



**CÁLCULO Y DIMENSIONAMIENTO DE UNA CÁMARA DE
REFRIGERACIÓN PARA PRODUCTOS ORGÁNICOS
PERECEDEROS**

EXPLORATORIO

VALENTINA ARTEAGA MONSALVE

DIRECTOR:

JORGE ENRIQUE SIERRA SUAREZ

INGENIERO DE PRODUCCIÓN

MAGISTER EN ADMINISTRACIÓN MBA

ESCUELA DE INGENIERÍA DE ANTIOQUIA

INGENIERÍA INDUSTRIAL

ENVIGADO

JUNIO DE 2016

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	11
1. PRELIMINARES.....	12
1.1 Planteamiento del problema	12
1.2 Objetivos del proyecto	12
1.2.1 Objetivo General	12
1.2.2 Objetivos Específicos	12
1.3 Marco de referencia.....	13
1.3.1 Antecedentes	13
1.3.2 Marco teórico	13
2. METODOLOGÍA.....	18
3. DESARROLLO DEL PROYECTO.....	19
3.1 caracterización y determinación de especificaciones de los productos orgánicos.....	19
3.1.1 Condiciones de almacenamiento de productos orgánicos	19
3.2 Determinar el estado del arte de conservación en productos perecederos con diferentes tecnologías.....	25
3.3 identificar tecnología y condiciones de almacenamiento apropiadas	33
3.4 Diseño del concepto	35
3.4.1 Condiciones técnicas	35
3.4.2 Condiciones económicas	51
4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

5. CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES FINALES	52
BIBLIOGRAFÍA.....	53
ANEXO 1	56

LISTA DE TABLAS

Tabla 1	22.
Tabla 2	24.
Tabla 3	36.
Tabla 4	38.
Tabla 5	40.
Tabla 6	40.
Tabla 7	42.
Tabla 8	44.
Tabla 9	45.
Tabla 10	45.
Tabla 11	49.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.....	18.
Figura 2.....	29.
Figura 3.....	29.
Figura 4.....	30.
Figura 5.....	31.
Figura 6.....	35.
Figura 7.....	47.
Figura 8.....	48.
Figura 9.....	50.
Figura 10.....	51.
Figura 11.....	52.

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1.....	58.
--------------	-----

GLOSARIO

Definiciones que facilitaran la comprensión de este trabajo:

1. **Entalpia:** Es una medida de la cantidad de energía absorbida o cedida por un sistema, es decir la cantidad de energía que el sistema intercambia con su entorno a presión constante(juoles)
2. **Calor específico:** es la cantidad de calor para elevar un grado centígrado un gramo de sustancia
3. **Capacidad calorífica:** es la cantidad de calor necesaria para elevar un grado centígrado una determinada cantidad de sustancia(Diego, 2015)
4. **Calor total** (Cuevas, Perez, Simon, & Velasquez, n.d.)

RESUMEN

Con esta tesis de grado, se pretende hacer un aporte académico que sustente la correcta preservación de productos orgánicos y que permita aportar una nueva alternativa para el sector de la agricultura, la cual presenta beneficios para los consumidores, ya que se les entrega un producto sin químicos ni pesticidas, bueno para el cuidado de la salud.

Este consiste en el diseño de una cámara frigorífica que cumpla con los requerimientos para la correcta preservación de productos orgánicos perecederos.

Para llevar a cabo este proyecto se trabajará de la mano de personas expertas, y se hará uso de información primaria propia del sector agricultor, así como la utilización de trabajos de investigación y tesis de grado que contengan información útiles para el diseño de la cámara.

El resultado esperado por medio de los cumplimientos de los objetivos establecidos, es determinar una manera correcta para almacenar productos orgánicos asegurando la preservación de las características del producto a la hora de su cosecha

El principal problema que presenta la agricultura orgánica en el país es la falta de valor agregado en el producto cosechado y esto se da principalmente por la poca información y tecnificación disponible para el campesino, el consumidor no solo se preocupa por la calidad del producto que está consumiendo, sino también la composición de este, los efectos en la salud y la manera en la que fue producido y traído a su mesa. Sin embargo, para el campesino es difícil preservar sus productos por ser estos perecederos y porque al ser orgánicos presentan condiciones distintas de lavado y almacenamiento de las cuales no se tiene mucha información esto ocasiona múltiples pérdidas en la cosecha y durante el periodo de almacenamiento.

Para el diseño de esta cámara se establecen unos objetivos básicos que constituyen los pasos a seguir dentro del proceso de diseño, primero se debe tener una base de datos respecto a las características de los productos orgánicos, como tasa de respiración, producción o sensibilidad al etileno, entre otras, la información utilizada para lograr este objetivo será extraída de documentos de la

FAO, tesis y fuentes primarias relacionadas. Esta información permite escoger la tecnología adecuada para el almacenamiento en conjunto con información recopilada de fuentes primarias en el sector de almacenamiento en frío, a partir de ella se puede realizar también, el cálculo de la carga térmica que se deba desalojar para mantener la temperatura y calidad de aire deseados en la cámara. Toda la teoría del balance térmico se basa en trabajos realizados previamente. Por último, se pasa a realizar el diseño en planta de la cámara teniendo en cuenta condiciones económicas las cuales fueron consultadas con empresas especializadas en la importación e instalación de equipos para refrigeración, en el sector de alimentos.

ABSTRACT

Resumen en inglés.

Key words:

INTRODUCCIÓN

Para darle consecución a la cadena de valor de los productos agrícolas se han realizado, en diferentes países, estudios para desarrollar espacios que faciliten la preservación de los alimentos por medio de la refrigeración. Se han diseñado cámaras frigoríficas para el mango en Ecuador, para la conservación de productos perecederos en México y diferentes estudios y trabajos que estandarizan el cálculo del balance térmico como el trabajo de Miguel Devesa Devesa y Vicente Sellés Benlloch o sobre procesamiento de alimentos como la tesis del profesor Carlos Eduardo Orrego Alzate de la Universidad Nacional de Manizales.

Estos antecedentes demuestran la necesidad de tecnificar las actividades agrícolas y complementarlas con nuevos procesos que agreguen valor a los productos cosechados. En Colombia en particular el mercado orgánico viene en ascenso y con él las necesidades de innovar y de adaptar procesos, gracias a que son productos cosechados sin químicos ni agrotóxicos, sus características cambian y por lo tanto sus condiciones de almacenamiento también, para contribuir académicamente a la conservación de estos frutos, se realizará un diseño de una cámara frigorífica asumiendo que será situada en Marinilla, Antioquia.

1. PRELIMINARES

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente en el mundo se está creando conciencia ecológica, el consumidor no solo se preocupa por la calidad del producto que está consumiendo, sino también la composición de este, los efectos en la salud y la manera en la que fue producido y traído a su mesa. De la misma manera productores y cosechadores han tomado conciencia del cuidado del medio ambiente por medio de una producción limpia de pesticidas y herbicidas.

En Colombia se está cultivando orgánicamente un total de 40.936 hectáreas, estos nuevos productos sanos tienen características distintas a los productos provenientes de una agricultura tradicional, por lo tanto, necesitan condiciones de almacenamiento distintas, las cuales puedan asegurar su correcta preservación y que estén bajo la misma línea de prácticas amigables con el medio ambiente.

(Colprensa, 2013)

¿Es posible crear una cámara de frío que cumpla con las características puntuales que necesita cada producto orgánico para su preservación?

1.2 OBJETIVOS DEL PROYECTO

1.2.1 Objetivo General

Diseñar una cámara de frío que cumpla con las especificaciones para almacenamiento y conservación de frutas y hortalizas orgánicas.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar y determinar especificaciones de los productos orgánicos perecederos.
- Identificar tecnología y condiciones de almacenamiento apropiadas para productos perecederos orgánicos.
- Diseño del concepto con condiciones técnicas y económicas.

1.3 MARCO DE REFERENCIA

1.3.1 Antecedentes

Como antecedentes se tienen tesis y trabajos de grado en los cuales se realiza el diseño de cámaras frigoríficas para productos perecederos y para el mango.

En el instituto politécnico nacional de México, se realizó el diseño de una cámara frigorífica para la conservación de productos perecederos con el fin de aplicar nuevas técnicas en el diseño de los espacios. (Covarrubias, Moreno, & Gonzalez, n.d.), en Ecuador se realizó un trabajo de grado específicamente para la preservación del mango, el cual es uno de sus principales productos de exportación, existen hay alrededor de 9000 hectáreas sembradas de mango que se vienen exportando, el problema que tiene esta fruta es la corta vida de almacenamiento que tiene, de 10 a 12 días es lo máximo que vive a temperatura ambiente, por esta razón fue de suma importancia establecer métodos de conservación óptimos.(Cueva, 2001)

En la universidad Nacional de Manizales, el profesor Carlos Eduardo Orrego Alzate realiza un trabajo centrado en el procesamiento de alimentos y otro sobre la refrigeración de frutas, la respiración de estas y el calor que emanan, con el fin de conocer los cambios físicos, fases y cambios químicos, para poder analizar y llevar a cabo su óptima preservación. (Orrego Alzate, 2001, 2003)

Miguel Devesa Devesa y Vicente Sellés Benlloch realizan un trabajo sobre balance térmico para el diseño de una cámara frigorífica, con el fin de establecer los pasos o el proceso que se debe llevar a cabo a la hora de calcular el balance térmico, en términos sencillos.(Devesa Devesa & Sellés Benlloch, n.d.)

1.3.2 Marco teórico

Conceptos tales como “calor específico” y “entalpia” de los alimentos deben estar presentes y utilizarlos correctamente. El calor específico y la entalpia son instancias a tener en cuenta a la hora de realizar los cálculos que deben efectuarse para proceder al diseño de la cámara frigorífica. Los alimentos no son elementos puros, es decir, están constituidos por más de un componente con calores específicos distintos, por lo que se hace difícil evaluar el calor específico de los mismos.(FAO, 2016)

No existe un sistema único de conservación o tratamiento frigorífico de estos alimentos. Tradicionalmente se suele utilizar una pre-refrigeración en túneles o cámaras de alta potencia frigorífica con corrientes fuertes de aire frío y con poca densidad de estiba, en el caso de las frutas y verduras durante su conservación continúan realizando fenómenos de respiración y de tipo metabólico, por lo que es necesario que haya una buena renovación del aire de la cámara frigorífica. Muchas veces es suficiente la renovación que se produce cuando las puertas se abren para la entrada y salida de mercadería. Las frutas y las verduras no deben entrar nunca en las cámaras frigoríficas en estado ya maduro, sino en estado de pre-maduración, ya que de esta forma se puede alargar más su conservación. La temperatura de conservación más empleada hasta ahora es la próxima a su congelación, pero sin que ésta llegue a producirse, aunque sobre esta cuestión hay distintos puntos de vista, llevando las frutas y verduras a temperaturas de 10 a 12 grados C, en cámaras de pre-refrigeración, éstas se endurecen y con ello se consigue un frenado en su maduración. La manipulación, limpieza, envasado, a estas temperaturas es lo ideal. Para su posterior conservación se utilizan cámaras de ventilación forzada, con sistemas de expansión directa, con valores de humedad entre 85 y 90 %, y con llenados de cámara alrededor de un 70% y temperaturas entre -10 y +5 grados C. aproximadamente.(FAO, 2016)

En general, unas prácticas adecuadas de almacenamiento incluyen el control de la temperatura, de la humedad relativa, de la circulación del aire y del espacio entre las cajas para una ventilación adecuada, así como evitar una mezcla de artículos incompatibles. Los productos que se almacenan juntos deberán tolerar la misma temperatura, humedad relativa y nivel de etileno en el ambiente de almacenamiento. Las mercancías con alta producción de etileno (tales como plátanos, manzanas y melones maduros) pueden estimular cambios fisiológicos en otras mercancías sensibles al etileno (como son la lechuga, pepinos, zanahorias, patatas (papas), boniatos (camotes) dando origen a cambios en color, aroma y textura.(FAO, 2016)

recomienda la utilización de ferrocemento (ferroconcreto) para construir las unidades de almacenamiento en regiones tropicales, con paredes gruesas para proteger del calor exterior. Las instalaciones ubicadas a mayores altitudes son efectivas, dado que a mayor altitud son más eficientes el enfriamiento por evaporación, el enfriamiento nocturno y el enfriamiento por radiación.(FAO, 2016)

Termodinámica

Rama de la física que se encarga de estudiar todo lo relativo a la transformación de energía en las formas de calor y trabajo, así como las relaciones entre las diferentes sustancias que se involucran en dichos procesos. (Cuevas et al., n.d.)

Ley cero de la termodinámica

Este principio es llamado “equilibrio térmico”. Si A y B se encuentran a la misma temperatura y B está a la misma temperatura de C, entonces A y C están a la misma temperatura. (Cuevas et al., n.d.)

Ley primera de la termodinámica

La energía no se crea ni se destruye, pero se transforma. Debe de existir un balance de energía entre el sistema y el medio exterior. (Cuevas et al., n.d.)

$$\Delta E_{\text{sistema}} + \Delta E_{\text{exterior}} = 0$$

Ley segunda de la termodinámica

Es imposible transformar por completo el trabajo en calor absorbido por un sistema en un proceso cíclico. (Cuevas et al., n.d.)

Ley tercera de la termodinámica

No es posible alcanzar una temperatura igual al cero absoluto por medio de procesos finitos físicos. La entropía de los sólidos cristalinos puros puede considerarse cero bajo temperaturas iguales al cero absolutos. (Cuevas et al., n.d.)

Ciclo básico de refrigeración

El sistema de refrigeración se compone básicamente de cuatro equipos para obtener un ciclo cerrado. (Cuevas et al., n.d.)

- Compresor
- Condensador

- Válvulas de expansión
- Evaporador

Diagrama de ciclo básico de refrigeración

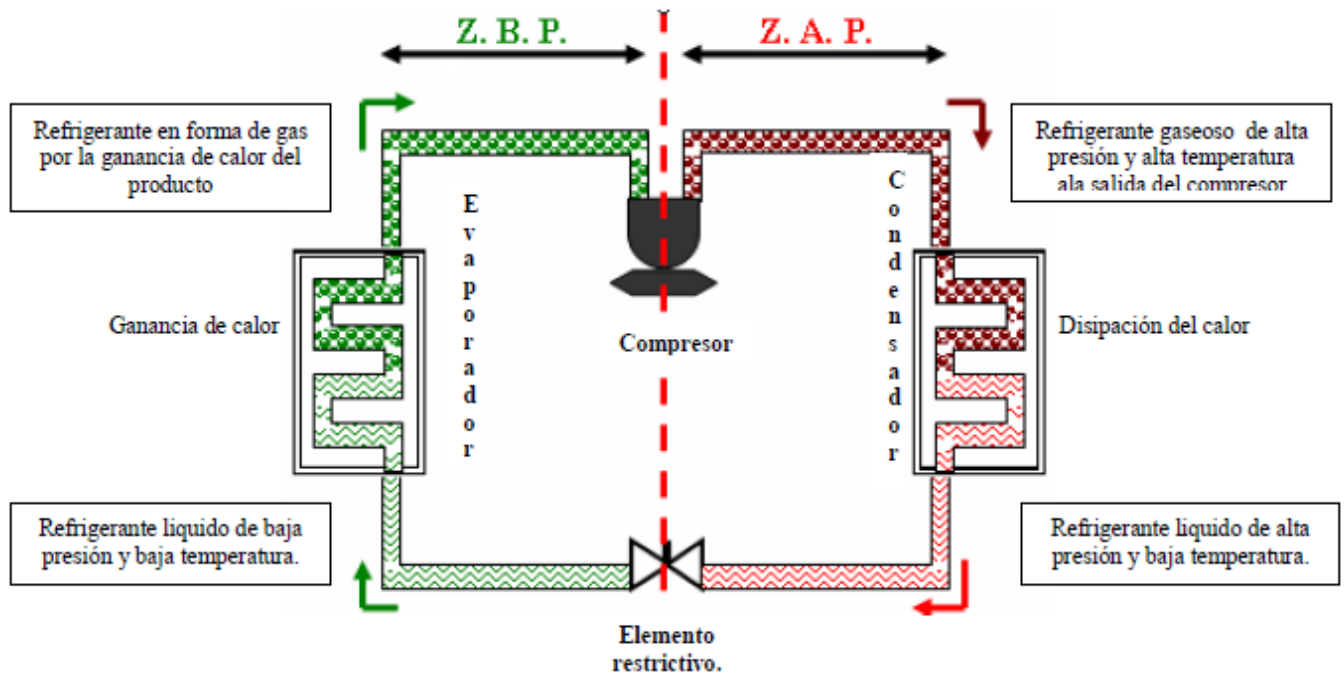


Figura No.1, Ciclo básico de refrigeración – fuente:(Cuevas et al., n.d.)

El refrigerante es el medio por el cual se extrae el calor que viene del evaporador, llevándolo hacia el condensador donde se desecha hacia el medio de condensación.

El refrigerante liquido es alimentado a la válvula de expansión a alta presión, en el cual se lleva a cabo un proceso isotérmico. La válvula termostática de expansión provoca una caída de presión por medio de un orificio, esto a su vez conlleva a que el refrigerante reduzca su temperatura, correspondiente a la nueva presión. Así el refrigerante entra al evaporador, donde absorbe calor y llega a su estado de vapor saturado en un proceso isobárico, una vez terminado el proceso de absorción de calor, el vapor refrigerante se dirige a la entrada del compresor por succión.

El compresor toma el vapor a baja presión y lo comprime, aumentando su presión y su temperatura, hasta superar la del medio de condensación, el vapor caliente y de alta presión se bombea afuera del compresor por medio de la válvula de descarga hacia el condensador.

El condensador intercambia el calor, enfriando el vapor hasta alcanzar la temperatura de saturación correspondiente a la alta presión del condensador, el vapor se condensa y va al receptor, de donde se alimenta la válvula de expansión. (Cuevas et al., n.d.)

Aspectos legales

En la resolución 2674 de 2013, capítulo I de la Reglamentación del INVIMA, se encuentran los requerimientos sanitarios que se deben de cumplir respecto al diseño de instalaciones, se incluyen todos los detalles como puertas, pisos, escaleras, ventilación, iluminación, utensilios, personal manipulador. Ver anexo I.

Importancia de la Cadena de frío

En los países del trópico como Colombia, en las regiones son de clima templado, la mayor parte de la producción de frutas y hortalizas es estacional, a diferencia de las regiones de clima tropical, en donde el periodo de cultivo es más amplio, sin embargo la demanda de estos productos es continua a lo largo de todo el año, por lo que el almacenamiento es un proceso dentro de la cadena de suministro esencial para garantizar el aprovisionamiento de los mercados. (FAO, n.d.)

Para garantizar unas condiciones apropiadas de almacenamiento y evitar pérdidas se debe conservar la cadena de frío, esta evita el crecimiento de micro-organismos, reduce la emisión de calor y el vapor de agua por medio de la congelación o ultra congelación.

Dependiendo del tipo de alimentos se debe definir la temperatura para almacenarlos correctamente, en la clasificación de alimentos se encuentran los altamente perecederos, como carnes y lácteos, semi- perecederos, como galletas y pan y los poco perecederos, como los deshidratados y algunas hortalizas.

Según la FAO anualmente se producen 630 millones de toneladas de alimentos perecederos, de las cuales el 30% se pierden en su producción primaria. Anualmente aumentan las cifras de víctimas por intoxicación, por esto es importante mantener la cadena de frío en alimentos perecederos. (Navarro, 2013)

2. METODOLOGÍA

El primer objetivo es Caracterizar y determinar especificaciones de los productos orgánicos perecederos

Para lograrlo, se buscará en fuentes primarias confiables, bases de datos, organizaciones mundiales, libros, trabajos de grado.

El segundo, determinar el estado del arte de refrigeración en productos perecederos con diferentes tecnologías

Se buscará en trabajos de grado relacionados, bases de datos, estudios realizados por otras universidades y se confirmará la información con expertos en el tema y profesores de termodinámica.

El tercer es identificar tecnología y condiciones de almacenamiento apropiadas

Con la información adquirida en los puntos anteriores se determinará cual es la tecnología apropiada de acuerdo a las características de los productos que se almacenaran, al igual que la cantidad a almacenar.

Diseño del concepto con condiciones técnicas y económicas.

Con los puntos definidos anteriormente se pasará a realizar el diseño de la cámara, tamaño, tipo de material para recubrimientos, balance térmico, planos, elección de equipos a utilizar y condiciones económicas.

3. DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1 CARACTERIZACIÓN Y DETERMINACIÓN DE ESPECIFICACIONES DE LOS PRODUCTOS ORGÁNICOS

3.1.1 Condiciones de almacenamiento de productos orgánicos

Para poder almacenar los productos correctamente es necesario conocer las condiciones bajo las cuales se deben preenfriar, almacenar y si produce, tolera o no el etileno.

El etileno es la sustancia que propicia la descomposición de los alimentos, es por esto que se deben conformar grupos de compatibilidad para propiciar el correcto almacenamiento. (FAO, 2016)

ESPECIE	TEMPERATURA (°C)	HUMEDAD RELATIVA (%)	TIEMPO DE ALMACENAMIENTO (días)
A-B			
Ajo	0	65-70	180-210
Albahaca	0	85-95	7
Altamisa	0	95-100	10-15
Brócoli	0	95-100	14-21
C-D-E			
Cebolla bulbo	0	65-70	30-240
Cebolla de verdeo	0	95-100	21-28
Cebollino	0	95-100	14-21
Coliflor	0	95-98	21-28
cilantro	0	95	10-15
Estragon	0	95-100	10-14
F-G-H-I-J-K-L			
Granadilla	10	85-90	21-30

Propuesta de Trabajo de Grado

Lechuga	0-2	98-100	14-21
Fresa	32	90-95	5-7
M-N-O-P-Q			
Maracuyá	8.5	85-90	30
Mora	-0.5-0	90-95	2-3
P-R			
Perejil	0	95-100	30-60
S-T-U-V-W-X-Y-Z			
uchuva	2-4	90	3-8
Yacon	5-6	85-96	60-90

Tabla No.1, Caracterización de productos perecederos– Fuente (FAO, 2016)

Sensibilidad al etileno

Productor de etileno	Sensible al etileno	Productor de olores	Sensible a olores
Aceituna fresca		X	
Acelga		X	
Albahaca		X	
Ananá			X
Anona	X	X	
Apio		X	X
Arveja		X	
Arveja china		X	
Atemoya	X	X	
Banana	X	X	
Batata		X	
Berenjena		X	X
Berro de agua		X	
Brócoli		X	
Calabacita verano		X	
Caqui	X	X	
Cebolla			X

Propuesta de Trabajo de Grado

Cebolla verdeo		X	
Cebollino		X	
Cereza			X
Chicosapote	X	X	
Chirimoya	X	X	
Chirivía		X	
Ciruela	X	X	
Col crespá		X	
Coliflor		X	
Damasco	X	X	
Dátiles			X
Duraznos	X	X	
Endivia		X	
Escarola		X	
Espárrago		X	
Espinaca		X	
Feijoa	X		
Guayaba	X	X	
Higo	X		X
Hongos	X	X	X
Jaca	X	X	
Kiwano		X	
Kiwi	X	X	
Lechuga		X	
Lima			X
Limón			X
Litchi	X	X	
Maíz dulce			X
Mandarina		X	
Mango	X	X	
Manzana	X	X	X
Maracuyá	X	X	
Melones	X	X	
Membrillo	X	X	
Ñame		X	
Naranjas		X	X
Nectarines	X	X	
Nopales		X	
Okra		X	

Propuesta de Trabajo de Grado

Palta	X	X	X
Papa		X	X
Papaya	X		
Pepino		X	
Pepino dulce		X	
Pera	X	X	X
Pera asiática	X	X	
Perejil		X	
Pimiento bell		X	X
Poroto chaucha		X	X
Poroto lima		X	
Puerro		X	X
Rambután	X	X	
Repollito Bruselas		X	
Repollo		X	X
Repollo chino		X	
Sandía		X	
Sapote	X	X	
Tomate	X	X	
Tomate physalis		X	
Tuna		X	
Uva			X
Zanahoria		X	X

Tabla No.2, Clasificación de productos por etileno– Fuente (FAO, 2016)

Grupos de especies compatibles para el almacenamiento

Grupo 1: Frutas y verduras, 0° a 2°C (32° a 36°F), 90-95% de humedad relativa. Muchos productos de este grupo producen etileno.

albaricoques
bayas (excepto arándano)
cereza de Barbados
cerezas
ciruela pasa
ciruelas
cocos
colinabo
duraznos
frambuesa americana
fruta de marañón
granada
higos (no con manzanas)
hongos
kaki
lichi
manzanas
melocotón
membrillo
nabo
naranjas* (Florida y Texas)
nispero
pastinaca
peras
peras del Asia
puerro
rábano picante
rábanos
remolachas sin hojas
rutabaga
uvas (sin dióxido de sulfuro)

* Cultivadas en la Florida y Texas. Las frutas cítricas tratadas con bifenilo pueden dar olores a otros productos. (FAO, 1996)

Grupo 2: Frutas y verduras, 0° a 2°C (32° a 36°F), 95-100% de humedad relativa. Muchos productos de este grupo son sensibles al etileno.

alcachofa*
amaranto*
anís*
apio*
arveja china
arvejas*
bayas, excepto arándano
bok choy
brócoli*
berro*
castaña de agua
cebollas verdes* (no con higos, uvas, hongos, ruibarbo o maíz dulce)
celeriac*
cereza
col de bruselas*
coliflor
colinabo*
daikon*
endivia*
endivia belga
escarola*
espárrago
espinaca*
granada
hongos
kiwi
lechuga
lo bok
maíz dulce*
nabo*
pastinaca*
perejil*
puerro* (no con higos o uvas)
rábano picante
rábanos*
raddichio
remolacha*
repollo*
retoños de frijol
ruibarbo
rutabaga*

salsifi
scorzonera

* Estos productos pueden ser enfriados con hielo en la parte superior. (FAO, 1996)

3.2 DETERMINAR EL ESTADO DEL ARTE DE CONSERVACIÓN EN PRODUCTOS PERECEDEROS CON DIFERENTES TECNOLOGÍAS.

○ TIPOS DE VENTILACIÓN

Ventilación natural

- El producto es almacenado a granel
- Se debe utilizar en productos que se puedan mantener a temperatura ambiente
- Se debe tener un control de plagas
- Se deben evitar volúmenes muy altos y dejar espacios entre unidades de almacenamiento

(Departamento de Agricultura FAO, 2016)

Ventilación forzada

- Se almacenan a granel en pilas hasta de 3 metros
 - Se deben evitar volúmenes muy altos y dejar espacios entre unidades de almacenamiento
- (Departamento de Agricultura FAO, 2016)
- El aire circula por debajo del piso por un ventilador
 - . Aspectos a tener en cuenta son, en primer lugar, el volumen de la estructura y el número de cambios de aire deseado por unidad de tiempo. Esto último es función del ritmo respiratorio del producto a ser almacenado. Además es necesario considerar la presión estática o la resistencia al flujo del aire ofrecida por la masa almacenada y por rozamiento dentro de los conductos.
 - Lo ideal es que estos sistemas estén comandados por termostatos y humidistatos que permitan que ante determinadas condiciones cierren completamente la estructura permitiendo solamente la circulación del aire interior o que la abran totalmente para la renovación de la atmósfera.
 - Debe de haber aberturas en la parte alta del techo para liberar el aire caliente

- La temperatura y humedad relativa del ambiente varían durante el día, siendo máxima y mínima al mediodía, respectivamente, mientras que durante la noche ocurre lo inverso. Si el objetivo es reducir la temperatura de la masa almacenada, se debe abrir la ventilación en los momentos en que los valores del aire externo son inferiores al interno. Lo mismo puede hacerse para modificar la humedad relativa.

(Departamento de Agricultura FAO, 2016)

○ **Tipos de ventiladores:**

- Centrifugo
- De flujo axial
- Propulsor/expulsor
- La ventilación en los almacenes mejora si las entradas de aire están localizadas en la parte inferior y las salidas en la parte superior. Un respiradero sencillo y ligero consiste de una ventana abatible por presión. (Sutton Bridge Experiment Station, n.d.)
- Si la estructura es enfriada por ventilación evaporativa o aire nocturno, un edificio bien aislado mantendrá el aire enfriado más tiempo.
- El valor de aislamiento R de algunos de los materiales de construcción más comunes se presenta a continuación. R se refiere a la resistencia, a mayor valor R mayor es la resistencia del material a la conducción de calor y mejores son las propiedades aislantes del material.

(Sutton Bridge Experiment Station, n.d.)

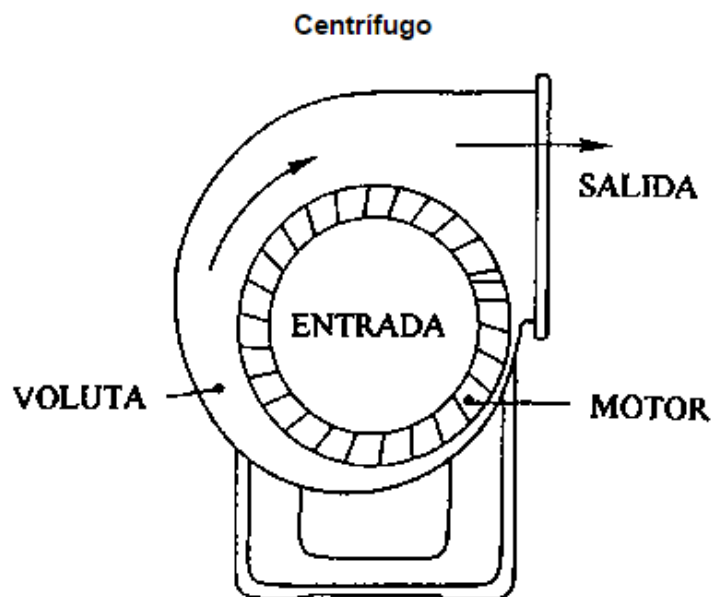


Figura No.2, Ventilador centrifugo– fuente: (Sutton Bridge Experiment Station, n.d.)

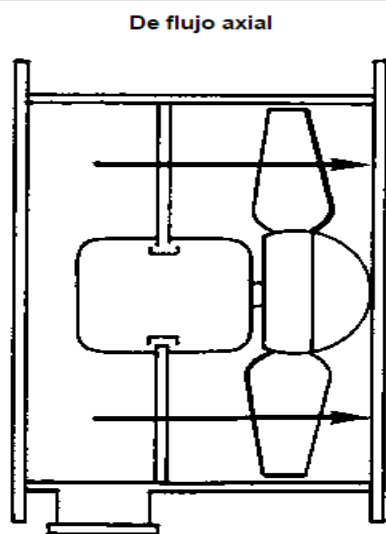


Figura No.3, Ventilador de flujo axial– Fuente (Sutton Bridge Experiment Station, n.d.)

Propulsor / Expulsor

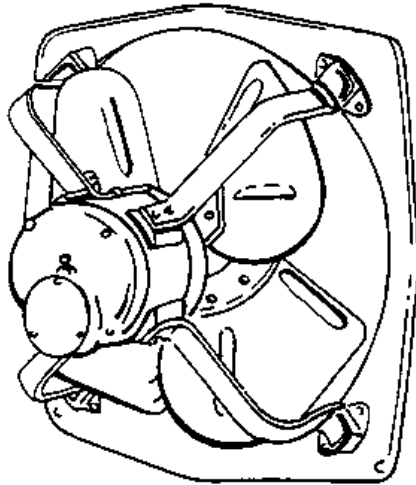


Figura No.4, Propulsor/ expulsor– Fuente: (Sutton Bridge Experiment Station, n.d.)

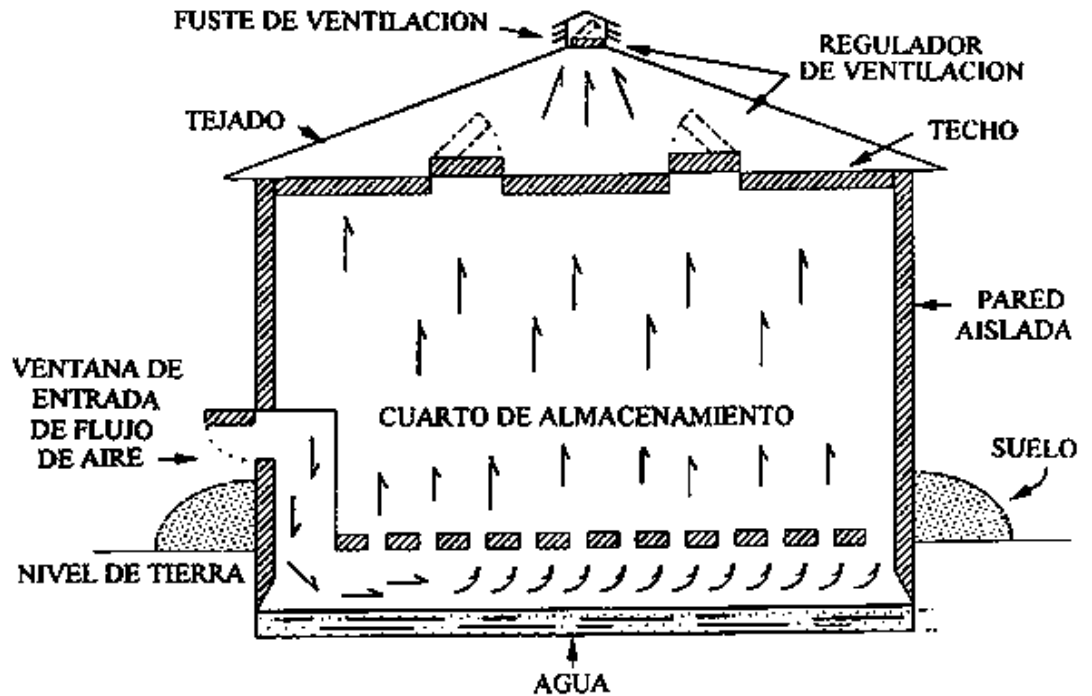


Figura No.5, *Flujo de Aire*— Fuente: (Department of Horticulture, n.d.)

○ **Refrigerado**

- Las bajas temperaturas disminuyen la actividad de las enzimas y microorganismos responsables del deterioro de los productos perecederos
- es una construcción relativamente hermética, aislada térmicamente del exterior y con un equipo de refrigeración capaz de extraer el calor generado por el producto para dispersarlo en el exterior
- solamente 75-80 por ciento de la superficie puede ser ocupada
- La altura de la cámara es función del producto y la forma en que va a ser dispuesto: unos 3 metros de altura son suficientes si va a ser estibado en forma manual, pero se requieren más de 6 metros si se almacena en tarimas (pallets) o bins.
- Concreto, metal, madera u otros materiales se pueden usar para su construcción. Todas las paredes exteriores deben estar aisladas térmicamente, incluyendo piso y techo

- El espesor y tipo de material aislante es función de la superficie expuesta, del producto a ser almacenado y de la diferencia de temperaturas deseada entre los ambientes externos e internos.(FAO, 2016)
- Una barrera de vapor debe construirse en el interior de la estructura pero del lado más caliente del aislamiento.
- el evaporador, dentro de la bodega y el condensador en el exterior conectados por un circuito cerrado de tuberías de cobre
- El evaporador se ubica sobre la parte superior de la cámara cuyo ventilador impulsa el aire frío en forma paralela al techo el que luego de pasar por el producto, transfiere a la serpentina el calor tomado, proceso en el cual el aire se enfría nuevamente
- A medida que va absorbiendo el calor, el líquido refrigerante en su interior se va gasificando. Ya como gas, es transportado al condensador (en el exterior) en donde es licuado nuevamente mediante la presión generada por el compresor. Al transformarse en líquido, cede al ambiente el calor que trae desde el interior de la cámara.
- Una válvula de expansión que regula el flujo y la evaporación del líquido refrigerante es otro de los elementos claves del sistema.
- la capacidad del equipo refrigerante, el cual además de extraer el calor proveniente del producto, debe eliminar la ganancia a través de las paredes, techo y piso, y aquel generado por la operación, tales como motores, luces, moto-elevadores, etc.

(Departamento de Agricultura FAO, 2016)

- Un enfriador evaporativo localizado en la cima de un almacén puede enfriar un cuarto entero de producto almacenado tal como boniatos (camotes) u otros cultivos sensibles al daño por frío. Los respiraderos para el aire de salida deberán estar situados en la base del edificio de forma que el aire sea conducido a través de la sala antes de su salida.

(Departamento de Agricultura FAO, 2016)

Tipos de cámaras frigoríficas

- Cámara de almacenamiento frigorífico

- Cámara frigorífica
- Cámara frigorífica para productos congelados
- Cámara frigorífica para productos refrigerados
- Cámara frigorífica bitémpera
- Cámara frigorífica mixta
- Túneles de congelación

(Isotermia, 2015)

Los elementos básicos y auxiliares para el diseño de una cámara:

- El aislamiento de las paredes suelos y techos.
- Necesidad de crear una barrera antivapor.
- Cálculo correcto de los revestimientos.
- Válvulas de equilibrado de presiones.
- Tipo de puertas frigoríficas según uso o necesidad.
- Prevención de posibles congelaciones en el suelo.
- Necesidades de desagües, ventanos, huecos de renovación o ventilación de aire o posibles usos o transferencias.
- Equipos de inyección de gases, equipos de humidificación, capacidad frigorífica, volúmenes de almacenamiento, necesidades de iluminación, paso o tráfico de mercancías, separación de las mismas para mantenimientos, etc. (SENASA, 2015)

el aislamiento del recinto es vital para aminorar las transferencias térmicas que se puedan producir por su naturaleza, utilizando para ello un sistema de paneles tipo sándwich contruidos con elementos aislantes a base de polímeros plásticos sintéticos de extremado nivel ínfimo de transferencias de calor. Por tanto, en base a las necesidades de almacenamiento, temperatura o condiciones atmosféricas determinadas, se construye este recinto con este tipo de panel sándwich ya descrito, tanto en paredes y techo, si bien el suelo puede o no estar constituido por estos mismos paneles o por construcciones específica para el recinto a utilizar.(SENASA, 2015)

Componentes

Los cuatro elementos fundamentales de las cámaras frigoríficas son los siguientes:

- · Compresor
- · Condensador
- · Válvula de expansión
- · Evaporador

(FAO, 2016)

- **Compresor:** Inicialmente el refrigerante es absorbido mediante el compresor. Éste es comprimido entonces hasta que posea las condiciones necesarias para la entrada al condensador.
- **Condensador:** En el condensador este refrigerante transfiere el calor de condensación hacia un fluido externo y se transforma nuevamente al estado líquido.
- **Válvula de expansión:** El refrigerante (que ahora se encuentra en estado líquido saturado) penetra en la válvula de expansión. Una parte del calor latente se pierde, debido a la irreversibilidad del proceso, entrando el refrigerante como una mezcla de líquido y vapor al evaporador.
- **Evaporador:** Esta mezcla bifásica hierve a temperatura y presión constante en el evaporador. Entonces el fluido exterior absorbe ese calor latente del refrigerante enfriándose a su vez.(FAO, 2016)

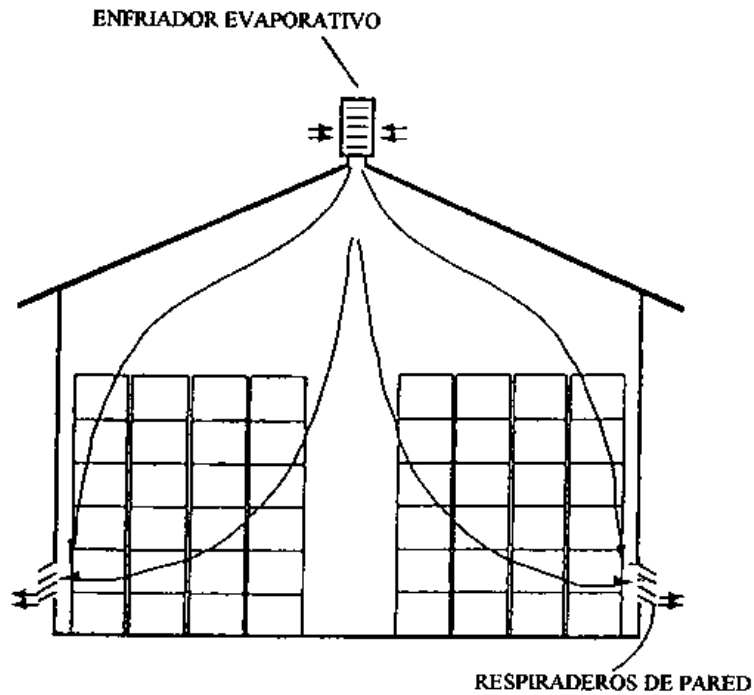


Figura No.6, Flujo de Aire– Fuente: (Thompson, J.F and Scheuerman, 1993)

3.3 IDENTIFICAR TECNOLOGÍA Y CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO APROPIADAS

Consideraciones del diseño

La tecnología que se usará para la conservación de estos productos será la de refrigeración, debido a que la temperatura óptima para preservar el producto alcanza los niveles de congelación.

Se debe diseñar y calcular una cámara de conservación para productos perecederos durante 10 días a una temperatura de -2° a 0°C (28° a 32°F), 95-100% de humedad relativa.

Localización del proyecto

La cámara frigorífica estará localizada en el oriente antioqueño, en el municipio de Marinilla. La altura de este municipio es de 2122 metros sobre el nivel del mar, la temperatura promedio es de 17.1 °C.(climate-data.org, n.d.)

Productos a conservar

Los productos que se van a preservar en la cámara frigorífica son productos perecederos orgánicos, específicamente frutas y verduras. La elección de las especies a conservar se debe de hacer conforme a la sensibilidad o producción de etileno, para este caso se eligió un grupo de frutas y verduras compatibles entre ellas no productoras de etileno, pero si sensibles a él. En la siguiente tabla se encuentran las especies a conservar.

Especie	Cantidad (Lb)	Kg
Apio	1300	589.67
Arvejas	1000	453.59
Brócoli	2200	997.9
Cebollas verdes	2000	907.18
Coliflor	1900	861.83
Colinabo	1100	498.95
Espárrago	1500	680.39
Espinaca	1500	680.39
Hongos	2200	997.9
Lechuga	2500	1134
Perejil	1000	453.59
Puerro	1600	725.75
Rábano	1100	498.95
Repollo	2500	1134
Frijol	2300	1043.3
Uvas	1800	816.47
Zanahorias	2100	952.54
Total	29600	13426

Tabla No.3, Cantidad a almacenar– Fuente: elaboración propia

Condiciones de almacenamiento y conservación

El producto a almacenar ingresa a la cámara a temperatura ambiente, es decir no se hará proceso de preenfriamiento, para la refrigeración se tomará una temperatura de -2° o 28 °F. el producto será almacenado en canastas de plástico y estas a su vez en pallets. Se trabajará con un sistema FIFO.

3.4 DISEÑO DEL CONCEPTO

3.4.1 Condiciones técnicas

- **Balance térmico**
- **CÁLCULO DE CICLO DE RENOVACIÓN DEL AIRE**

Para mantener fría una cámara y todo lo que contiene, es necesario extraer el calor inicial y el calor que entra cada vez que se realiza una apertura.

El requerimiento total de refrigeración puede establecerse como la cantidad de calor que se debe desalojar de la cámara que está dado por:

$$Q_t = Q_{\text{productos}} + Q_{\text{otras fuentes}}$$

(Devesa Devesa & Sellés Benlloch, n.d.)

- **CARGA TOTAL DE REFRIGERACIÓN.**

La carga total de refrigeración de una instalación frigorífica es el número de frigorías que deben obtenerse, o dicho de manera más correcta, la cantidad de calorías que deben extraerse a fin de mantener la temperatura deseada en la cámara a enfriar. (Devesa Devesa & Sellés Benlloch, n.d.)

Los factores a tener en cuenta en la pérdida de frío o ganancia de calor son:

- ⇒ Pérdida a través de las paredes.
- ⇒ Aire exterior.
- ⇒ Calor liberado por iluminación.
- ⇒ Calor liberado por las personas.
- ⇒ Calor liberado por motores

- ⇒ Pérdidas por la carga de género que entran a diario.
 - ⇒ Pérdida por reacción y renovación de aire en frutas y verduras.
 - ⇒ Calor del embalaje.
- (Devesa Devesa & Sellés Benlloch, n.d.)

○ **PÉRDIDA A TRAVÉS DE LAS PAREDES.**

La cantidad de calor que se produce por pérdidas a través de las paredes depende de tres factores:

- ⇒ Superficie total exterior del recinto.
 - ⇒ Aislamiento empleado.
 - ⇒ Diferencia de temperaturas entre la temperatura que hay en el exterior y la temperatura que se quiere obtener en el interior.
- cuanto mayor sea la superficie total exterior, mayor será la cantidad de calor que deberá extraerse. Cuanto mejor sea el aislamiento y mayor espesor, menores serán las pérdidas a través del mismo y cuanto mayor sea la diferencia de temperaturas entre el exterior y el interior, mayor cantidad de calor habrá que extraer. (Devesa Devesa & Sellés Benlloch, n.d.)

El primer paso para obtener las pérdidas por paredes consiste en determinar la superficie total de la cámara o nevera. Para obtener dicha superficie puede emplearse la siguiente fórmula.

$$S = 2[(a * b) + (b * c) + (c * a)]$$
$$S = 2[(10 * 10) + (10 * 4) + (4 * 10)]$$
$$S = 360 m^2$$

Siendo:

a = Ancho.

b = Fondo.

c = Altura.

Propuesta de Trabajo de Grado

Espesor en mm	Corcho	Fibra de vidrio	Poliestireno	Poliuretano	Lana mineral
Wattios/hora.m ² .°C					
50	0,928	0,812	0,696	0,464	0,905
75	0,626	0,568	0,464	0,313	0,603
100	0,464	0,429	0,348	0,232	0,452
125	0,371	0,336	0,278	0,186	0,359
150	0,313	0,220	0,174	0,116	0,220

Tabla No.4, Coeficiente de aislante– Fuente: (Devesa Devesa & Sellés Benlloch, n.d.)

El material elegido como aislante es poliuretano de espesor de 100 mm

S = Superficie exterior de la cámara en m².

K = Coeficiente de transmisión del aislante.

(Te - Ti) = Diferencia de temperatura.

Por lo tanto se obtendrá el calor equivalente a las pérdidas a través de las paredes.

$$Qp = S \times K \times (Te - Ti) \times 24$$

$$Qp = 360 \text{ m}^2 \times 0,232 \frac{\text{W}}{\text{hora m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}} \times (17.1^\circ\text{C} - -2^\circ\text{C}) \times 24 \text{ Horas}$$

$$Qp = 38.285,6 \text{ W (watts perdidos en 24 horas)}$$

○ **AIRE EXTERIOR (RENOVACIONES DE AIRE).**

La aireación de la cámara es necesaria, esta ventilación se produce por la frecuencia de aperturas de las puertas para la entrada y salida de género de la misma, pero a veces esto no es suficiente, así que se debería dotar a las cámaras de sistemas de ventilación forzada complementarios. El número de renovaciones puede establecerse por hora o por día, para ello podemos utilizar la siguiente fórmula.(Devesa Devesa & Sellés Benlloch, n.d.)

$$Qa = V \times (\Delta h) \times n$$

Siendo:

QA = Potencia calorífica aportada por el aire.

V = Volumen de la cámara en metros cúbicos (m³).

Δh = Calor del aire en (W/m³) obtenido por tablas y confirmado con diagrama psicométrico.

n = Número de renovaciones de aire por día

Volumen cámara (m ³)	Renovaciones aire día		Volumen camara (m ³)	Renovaciones aire día	
	conservación	congelación		conservación	congelación
2,5	52	70	100	6,8	9
3,0	47	63	150	5,4	7
4,0	40	53	200	4,6	6
5,0	35	47	250	4,1	5,3
7,5	28	38	300	3,7	4,8
10	24	32	400	3,1	4,1
15	19	26	500	2,8	3,6
20	16,5	22	600	2,5	3,2
25	14,5	19,5	800	2,1	2,8
30	13	17,5	1000	1,9	2,4
40	11,5	15	1500	1,5	1,95
50	10	13	2000	1,3	1,65
60	9	12	2500	1,1	1,45
80	7,7	10	3000	1,05	1,30

Tabla No.5, Renovación del aire– Fuente: (Devesa Devesa & Sellés Benlloch, n.d.)

T ext. →	+5°C		+10°C		+15°C		+20°C		+25°C		+30°C		+35°C		+40°C	
T inte ↓	70%	80%	70%	80%	70%	80%	50%	60%	50%	60%	50%	60%	50%	60%	50%	60%
15°C							0,24	0,60	1,44	2,00	2,97	3,67	4,85	5,71	7,00	8,30
10°C					1,33	1,19	1,43	1,80	2,66	3,23	4,20	4,92	6,03	6,99	8,30	9,63
5°C			0,83	1,03	1,96	2,25	2,49	2,88	3,76	4,34	5,34	6,07	7,22	8,20	9,55	10,9
0°C	0,78	0,94	1,79	2,00	2,96	3,26	3,51	3,90	4,81	5,41	6,44	7,20	8,38	9,37	10,7	12,1
-5°C	1,65	1,80	2,67	2,88	3,84	4,15	4,40	4,80	5,71	6,32	7,35	8,12	9,29	10,3	11,7	13,1
-10°C	2,47	2,62	3,51	3,73	4,71	5,02	5,28	5,68	6,62	7,24	8,31	9,12	10,3	11,3	12,7	14,1
-15°C	3,25	3,41	4,32	4,54	5,55	5,87	6,13	6,54	7,50	8,14	9,20	9,98	11,2	12,3	13,7	15,2
-20°C	3,96	4,13	5,06	5,29	6,31	6,63	6,91	7,34	8,31	8,94	10,0	10,9	12,1	13,2	14,7	16,2
-25°C	4,74	4,91	5,85	6,09	7,13	7,46	7,75	8,18	9,20	9,80	10,9	11,7	13,0	14,1	15,7	17,2
-30°C	5,52	5,69	6,67	6,89	7,96	8,30	8,58	9,03	10,0	10,7	11,8	12,7	14,0	15,2	16,7	18,4
-35°C	6,30	6,48	7,46	7,71	8,77	9,12	9,46	9,89	10,9	11,6	12,8	13,6	14,9	16,1	17,8	19,3
-40°C	7,16	7,34	8,35	8,60	9,72	10,0	10,4	10,8	11,8	12,6	13,8	14,7	16,0	17,2	18,9	23,1

Tabla No.6, Calor del aire(W/m³)– Fuente: (Devesa Devesa & Sellés Benlloch, n.d.)

$$Qa = V(\Delta h) * n$$

$\Delta h = 3.98$ corresponde a una tasa de renovación de aire del 50%

$$Qa = 400 \text{ m}^3 \times 3.98 \left(\frac{\text{W}}{\text{m}^3} \right) \times 3.1$$

$$Qa = 4.935,2 \text{ W}$$

○

○ **CALOR LIBERADO POR ILUMINACIÓN.**

Dentro de la cámara se instalará la iluminación y esta a su vez libera calor, que se puede calcular con la siguiente fórmula.

$$Qilum = P \times t$$

Siendo:

P = Potencia total de todas las lámparas en vatios.

t = Duración o tiempo de funcionamiento de las mismas.

Qilum= Potencia calorífica aportada por la iluminación en W.

(Devesa Devesa & Sellés Benlloch, n.d.)

Se asume ambiente limpio, se utilizan lámparas abiertas con tubos de 96 pul de alto rendimiento, de luz blanca fría de 100 watts

$$N = \frac{MIL * L * W}{M * I * L * LLD * BPE * VFE * LDD * CU}$$

Largo	10 m	32.8 pies
Ancho	10 m	32.8 pies

MIL= 50
L= 32.8084
W= 32.8084
M= 1
IL= 9000
LLD= 0.86
BPE= 0.95
VfE= 0.98
LDD= 0.89
CU= 0.8
N= 10 Tuboss

Se asume ambiente limpio, se utilizan lamparas abiertas con tubos de 96 pul de alto rendimiento, de luz blanca fría de 100 watts, se realiza mantenimiento anual. cada lampara tiene dos tubos

2 lámparas por tubo, 5 lámparas

$$Qilum = P * t$$

$$Q_{ilum} = 100 \text{ watts} * 10 \text{ tubos} * 9 \text{ ho}$$

$$Q_{ilum} = 9000 \text{ W}$$

○ **CALOR LIBERADO POR LAS PERSONAS.**

También las personas que entran en una cámara liberan calor a razón de:

$$Q_{personas} = q * n * t$$

Siendo:

Q_{pers} = Potencia calorífica aportada por las personas.

q = Calor por persona en W según tabla.

n = Número de personas en la cámara.

t = Tiempo de permanencia en horas/día.

El tiempo de permanencia variará según el trabajo que deban efectuar las personas en el interior de la cámara. Generalmente se evalúa entre 0,5 y 5 horas día. (Devesa Devesa & Sellés Benlloch, n.d.)

Temperatura de la cámara (°C)	Potencia liberada por persona en W
10	210
5	240
0	270
-5	300
-10	330
-15	360
-20	390
-25	420

Tabla No.7, Calor de las personas(W) Fuente: (Devesa Devesa & Sellés Benlloch, n.d.)

$$Q_{personas} = q * n * t$$

$$Q_{personas} = 280 \text{ W} * 2 \text{ personas} * 2 \text{ horas}$$

$$Q_{personas} = 1120 \text{ W}$$

○

PÉRDIDA POR LA CARGA DE GÉNERO QUE ENTRA A DIARIO (PRODUCTO QUE ENTRA EN LA CÁMARA).

La carga calorífica por la introducción del producto para conservar en el interior de una cámara es muy variada dependiendo del tipo de alimentos y materiales que ingresen, se puede dividir en los siguientes factores: (Devesa Devesa & Sellés Benlloch, n.d.)

- ◆ Refrigeración de alimentos.
- ◆ Calor de respiración de alimentos.
- ◆ Calor del embalaje.

Para obtener dichos valores se deben conocer los siguientes factores:

- ⇒ Cantidad de kg de género que entran diariamente en la cámara.
 - ⇒ Diferencia de temperatura a su entrada y la que debe obtenerse en el interior.
 - ⇒ Calores específicos de los productos a conservar.
- (Devesa Devesa & Sellés Benlloch, n.d.)

La entrada diaria de género es un dato importante y debe de aproximarse a la realidad, siendo preferible, en todo caso, pecar por exceso que por defecto, y que por consiguiente sirva para dar una idea errónea de las pérdidas que por este concepto correspondan. (Devesa Devesa & Sellés Benlloch, n.d.)

Como las condiciones de conservación del producto precisan temperaturas superiores a las de congelación, la carga calorífica de refrigeración expresada en W la obtendremos a partir de la siguiente expresión.

$$Q_c = (T_e - T_i) \times \sum \text{Kilos} \times C_e$$

Donde:

QC = Calor debido a la carga de género.

Kilos = Kilos de producto.

(Te – Ti) = Diferencia de temperatura del género a la entrada y a la interior.

Ce = Calor específico del producto en punto de congelación

Especie	Cantidad (Kg)	Cp(Kj/Kg*°C)
Apio	589.67	3.98
Arvejas	453.59	1.84

Brócoli	997.9	3.85
Cebollas verdes	907.18	1.96
Coliflor	861.83	3.89
Colinabo	498.95	3.81
Espárrago	680.39	3.94
Espinaca	680.39	0.94
Hongos	997.9	2.34
Lechuga	1134	4.02
Perejil	453.59	3.18
Puerro	725.75	3.98
Rábano	498.95	3.85
Repollo	1134	2.18
Frijol	1043.3	1.8
Uvas	816.47	3.81
Zanahorias	952.54	3.7

Tabla No.8, Calor específico de la carga Fuente:
(Orrego Alzate, 2003; Valencia, n.d.)

$$Q_c = (17.1 - (-2))^{\circ}\text{C} * [589.67 * 3.98 + 453.59 * 1.84 + 997.9 * 3.85 + 907.18 * 1.96 + 861.83 * 3.89 + 498.95 * 3.81 + 680.39 * 3.94 + 680.39 * 0.94 + 997.9 * 2.34 + 1134 * 4.02 + 453.59 * 3.18 + 725.75 * 3.98 + 498.95 * 3.85 + 1134 * 2.18 + 1043.3 * 1.8 + 816.47 * 3.81 + 952.54 * 3.7]$$

$$Q_c = 792.767,2 \text{ KJ} * \frac{0.278 \text{ W}}{\text{Kj}}$$

$$Q_c = 220.389,3 \text{ W}$$

○ CALOR DEL EMBALAJE

En las mercancías embaladas, no debe despreciarse el calor generado por el envoltorio del producto. El calor debido al embalaje en W puede obtenerse mediante:

$$Q_{emb} = C_{emb} \cdot m \cdot (T_e - T_i)$$

Siendo:

Q_{emb} = Calor obtenido por el embalaje.

Cemb = Calor específico del material de embalaje sobre 0°C.

m = Masa del embalaje en kg. 25KG

TE = Temperatura de entrada del embalaje.

Ti = Temperatura interior o final del género en °C.

MATERIAL	CALOR ESPECÍFICO [kJ/kg °C]
Madera	2,09 ÷ 2,72
Cartón	1,26 ÷ 1,88
Caucho	2,01
Corcho	3,77
Papel	1,38
Vidrio	0,88
Metales:	
Aluminio	0,879
Cobre	0,398
Estaño	0,234
Niquel	0,460
Zinc	0,402
Hierro/Acero	0,477
Plomo	0,130

Tabla No.9, Calor de específico del embalaje Fuente (Valencia, n.d.)

POLIPROPILENO HOMOPOLIMERO				PP - H
PROPIEDADES MECANICAS A 23°C	UNIDAD	ASTM	DIN	VALORES
PESO ESPECIFICO	gr/cm ³	D-792	53479	0.91
RESIST. A LA TRACC.(FLUENCIA / ROTURA)	Kg/cm ²	D-638	53455	300 / --
RES. A LA COMPRESION (1 Y 2 % DEF)	Kg/cm ²	D-695	53454	80 / 120
RESISTENCIA A LA FLEXION	Kg/cm ²	D-790	53452	230
RES. AL CHOQUE SIN ENTALLA	Kg.cm/cm ²	D-256	53453	NO ROMPE
ALARGAMIENTO A LA ROTURA	%	D-638	53455	600
MODULO DE ELASTICIDAD (TRACCION)	Kg/cm ²	D-638	53457	11500
DUREZA	Shore D	D-2240	53505	71 - 74
COEF. DE ROCE ESTATICO S/ACERO		D-1894		--
COEF. DE ROCE DINAMICO S/ACERO		D-1894		0.30 a 0.45
RES. AL DESGASTE POR ROCE				REGULAR
PROPIEDADES TERMICAS	UNIDAD	ASTM	DIN	VALORES
CALOR ESPECIFICO	Kcal/Kg. °C	C-351		0.48
TEMP. DE FLEXION B/CARGA (18.5Kg/cm ²)	°C	D-648	53461	55
TEMP. DE USO CONTINUO EN AIRE	°C			0 a 100
TEMP. DE FUSION	°C			160
COEF. DE DILATACION LINEAL DE 23 A 100°C	por °C	D-696	52752	0.00018
COEF. DE CONDUCCION TERMICA	Kcal/m.h. °C	C-177	52612	0.19

Tabla No.10, Calor de específico del plástico-Fuente(Industrias JQ, 2016)

Distribución de pallets: 28 unidades, distribuidos en 4 filas de 7 pallets

Para los pallets de madera

$$Q_{emb} = 2.72 \frac{\text{Kj}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} * 25 \text{ kg} * (17.1 - (-2))^\circ\text{C}$$

$$Q_{emb} = 1,3 \text{ KJ} * \frac{0.278 \text{ W}}{\text{Kj}} * 28 \text{ pallets}$$

$$Q_{emb} = 10.12 \text{ W}$$

Distribución canastas: 896 unidades, distribuidas en tendidos de 4 canastas, 8 tendidos por pallet. Cada canasta tiene una capacidad de 15 kg

Para las canastas

$$Q_{emb} = 0.48 \frac{kcal}{kg * C^{\circ}} * 2.2 kg * (17.1 - (-2))^{\circ}C$$

$$Q_{emb} = 20.2 Kcal * \frac{4.184 KJ}{Kcal} * \frac{0.278 W}{Kj} * 896 canastas$$

$$Q_{emb} = 21.052,1 W$$

○ **OBTENCIÓN DE LA CARGA TOTAL**

Para ello se sumarán todos los factores que intervengan, obtenidos a partir de las fórmulas anteriormente citadas.

QT = Perdida por paredes + Perdidas por Aire exterior + Calor iluminación + Calor personas + Calor por carga de género + Calor del embalaje.

$$Q_t = 38.285,6 W + 4.935,2 W + 9.000 W + 1.120 W + 220.389,3 W + 10.12 W + 21.052 W$$

$$Q_t = 294.792,32 w$$

Este valor corresponde a la cantidad de calor que se debe desalojar en las 24 h.

○ **AISLAMIENTO TERMICO, DE VAPOR Y
REVESTIMIENTOS DE LA CAMARA**

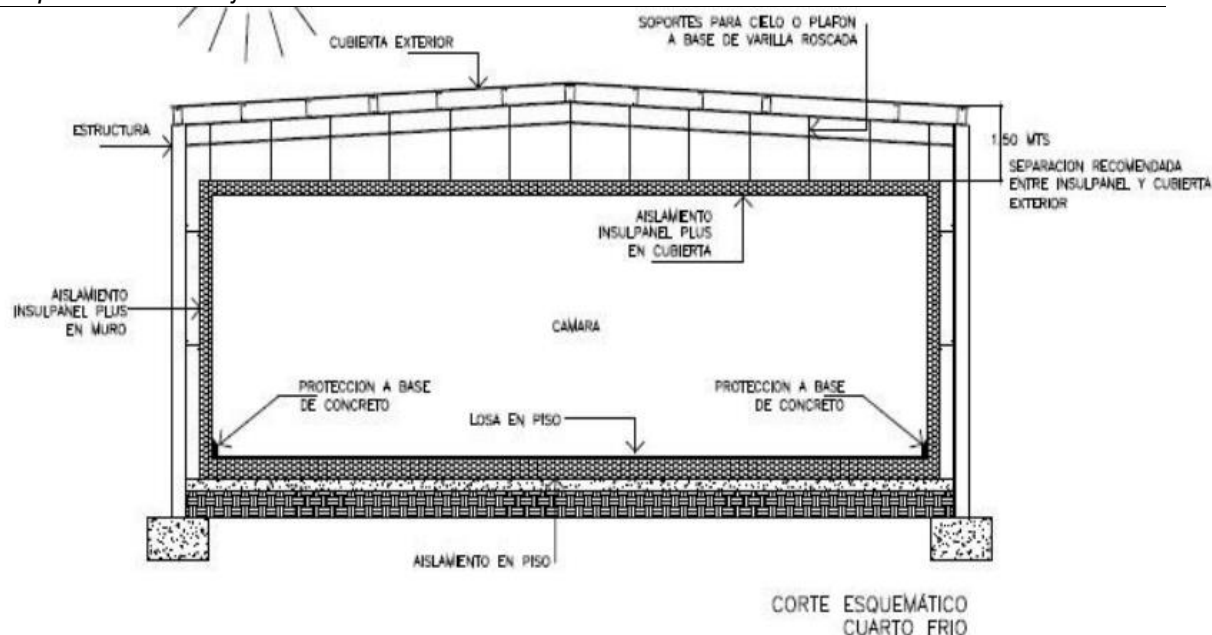


Figura No.7, Revestimientos de la cámara- Fuente (Solano, 2012)

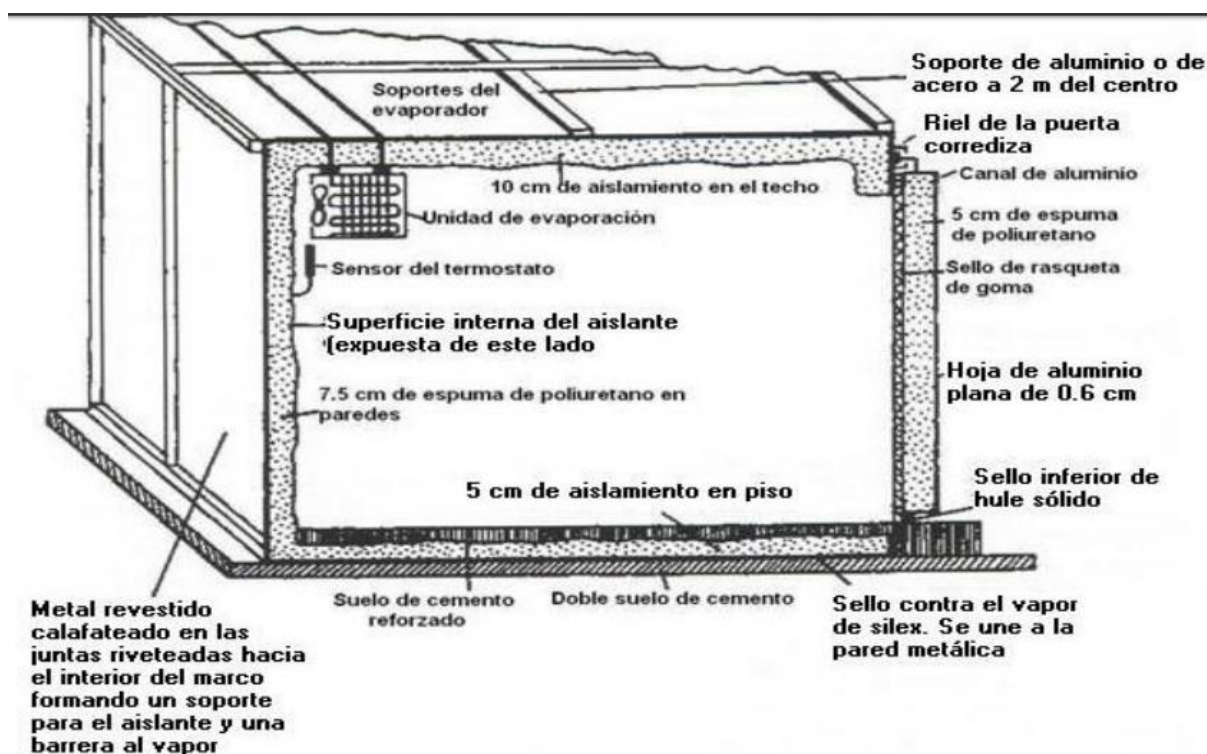


Figura No.8, Revestimientos de la cámara- Fuente (Solano, 2012)

Barreras antivapor:

La creación de la barrera de vapor debe ser: Lo más estanca posible al vapor de agua y disponer en la cara externa de la pared aislada La cara fría del aislante debe ser permeable al vapor de agua para que no ofrezca resistencia a esa transferencia con lo que retendría el agua. La barrera antivapor debe quedar establecida de forma continua sobre toda la superficie exterior que conforma es aislante

(Solano, 2012)

Materiales aislantes:

Los materiales aislantes (malos conductores de calor) utilizados en la industria frigorífica presentan la característica común de estar constituidos por multitud de celdillas o cedulas que contienen aire u otros gases en reposo en el interior con un coeficiente de conductividad bajo y En algunos materiales como el corcho o el algodón, el aire se encuentra en sus celdas de manera natural mientras que en otros como la fibra de vidrio ha quedado en su interior durante el proceso de fabricación. Otros gases como el CO₂ , R11 O R13 se incorporan durante su expansión.(Solano, 2012)

MATERIAL AISLANTE	DENSIDAD	K= Kcal x cm M ² x °C x Hora
Espuma rígida de poliuretano	30-40	1.6-2
Poliestireno expandido	15-28	2.8-3
Lana mineral	100	3.5
Fibra de amianto	160	4.5
Vidrio celular expandido	144	4.6
Aglomerado de fibra de vidrio	360-530	5.4-6.8

Tabla No.11, Aislamiento de la cámara- Fuente (Solano, 2012)

Revestimiento:

Se debe tener en cuenta en el reverstimiento:

- Chapas metálicas de acero galvanizado y lacado
- Materiales plásticos y Resinas de poliéster
- Enlucidos de cemento a los que se añaden pinturas lavables y antimohos (Solano, 2012)

Suelos:

Prevención de congelación del suelo:

Métodos.

- Utilización de cables o laminas calefactores eléctricos, situadas por debajo de la zona de aislamiento
- Utilización de tuberías por las que circula agua glicolada, utilizando el calor proveniente de los condensadores. No es un sistema muy utilizado actualmente
- Ventilación del suelo (Vacío sanitario)

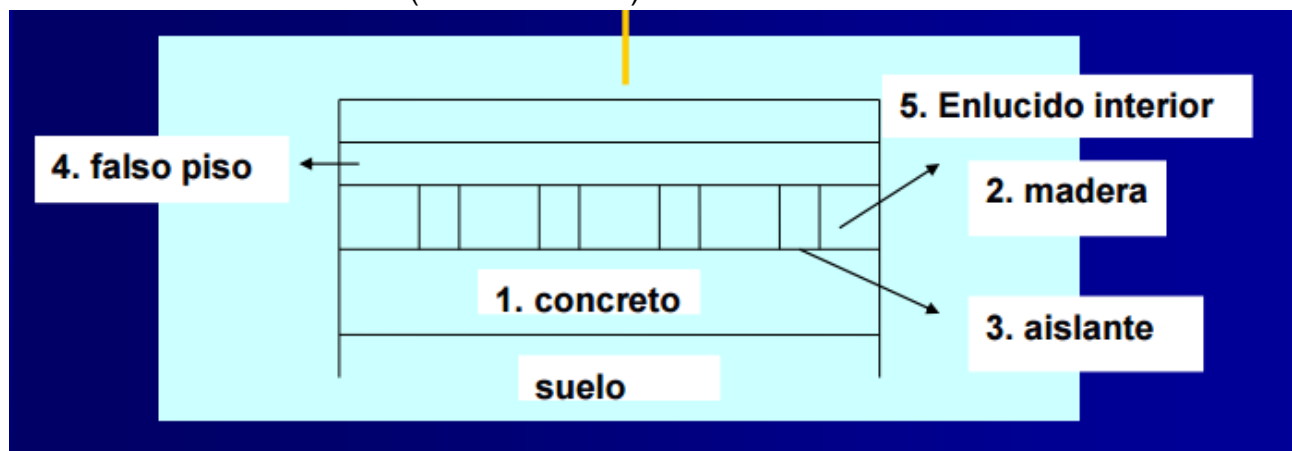


Figura No.9, Diseño de suelo- Fuente (Solano, 2012)

Planos de la cámara

Vista superior de cámara con acomodación de pallets y canastas.

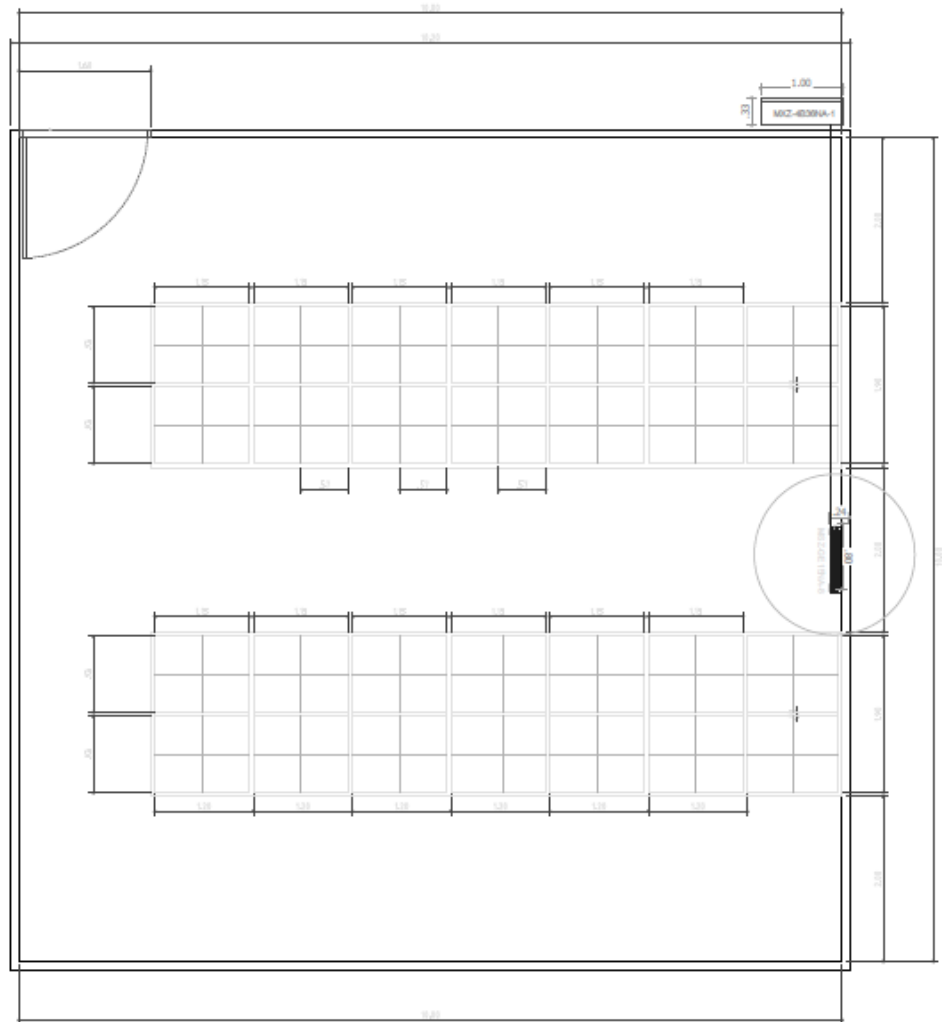


Figura No.10, Diseño de planta- Fuente Elaboración propia

Detalle esquema ductería

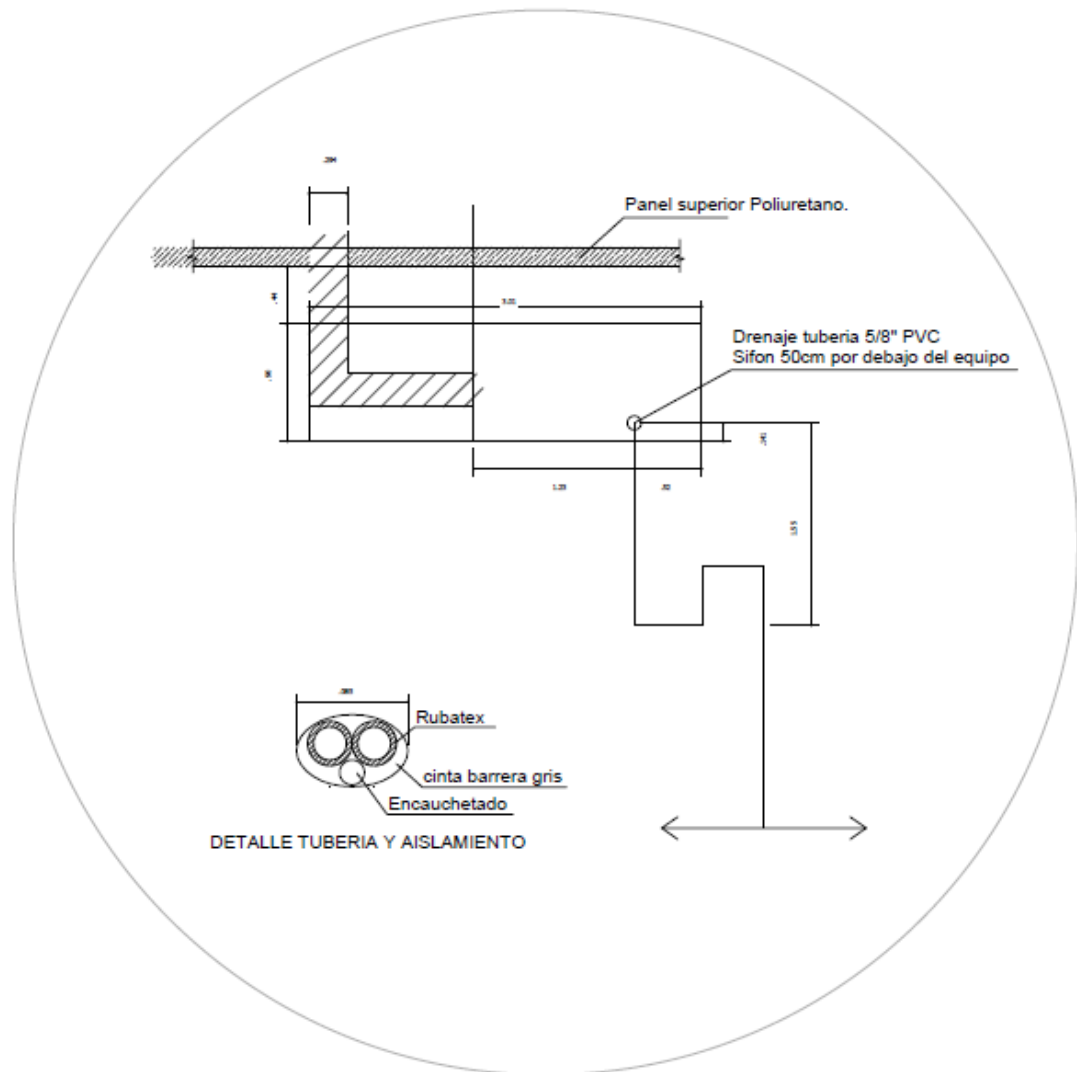


Figura No.11, *Diseño de Ductería- Fuente Elaboración propia*

3.4.2 Condiciones económicas

○ ELECCIÓN DE EQUIPOS

ÍTEM	SUMINISTRO EQUIPOS PARA 55,000 BTU/H Te: -10°C Tc: 35°C	UND.	CANT.	V/UNIDAD (COP)	V/ TOTAL (COP)
01	UNIDAD CONDESADORA HERMETICA 5,5HP	UND.	1	\$ 7.035.600	\$ 7.035.600
02	EVAPORADOR	UND.	1	\$ 4.602.000	\$ 4.602.000
				SUB-TOTAL \$:	11.637.600,00

SUB-TOTAL \$:	11.637.600,00
IVA 19%	2.211.144,00
TOTAL \$	13.848.744,00

Válvula termostática de expansión: 458.800\$ incluido el IVA

Costo total estimado incluyendo mano de obra: 25.000.000 \$

4. CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES FINALES

- Se concluyó que la mejor tecnología para el tipo de producto a almacenar es de refrigeración.
- El valor del calor total corresponde al calor que debe ser desalojado en 24 horas, sin embargo, se recomienda un periodo de trabajo de 16 horas como máximo para asegurar un buen ciclo de desescarche del evaporador, sin embargo, la cotización de equipos se hizo sobre un equipo defrost.
- En los cálculos de balance térmico no se tuvo en cuenta la ganancia de calor por la respiración de las frutas por ser un proceso de congelación. Tampoco se tuvo en cuenta el calor que generaban los motores ya que en el diseño de la cámara el condensador se situaría en el exterior.
- Para poder disminuir el consumo energético se podría considerar otra forma de embalaje en la cual no se necesiten tantas canastas.
- En los datos de calor específico de la carga, se concluyó que a pesar de que los productos orgánicos son diferentes en su composición a los productos tradicionales no se altera mucho el valor del calor específico.
- En el diseño de ductería se incluyen cables generadores de calor para evitar la congelación del suelo.

5. BIBLIOGRAFÍA

- climate-data.org. (n.d.). CLIMA:MARINILLA. Retrieved from <https://es.climate-data.org/location/987304/>
- Colprensa. (2013). Colombia tiene mas de 40mil hectáreas de produccion orgánica. *El País*. Retrieved from <http://www.elpais.com.co/elpais/colombia/noticias/colombia-tiene-40-mil-hectareas-produccion-organica%7C>
- Cuevas, E., Perez, J., Simon, O., & Velasquez, J. (n.d.). *Diseño de una cámara frígida para la conservación de productos perecederos*. Escuela Superior de ingeniería mecánica y eléctrica.
- Departamento de Agricultura FAO. (2016). Depósito de documentos de la FAO. Retrieved March 18, 2016, from <http://www.fao.org/docrep/006/y4893s/y4893s06.htm>
- Department of Horticulture. (n.d.). Postharvest Technology. Suwon, Korea: Seoul National University.
- Devesa Devesa, M., & Sellés Benlloch, V. (n.d.). *Balance térmico de una instalación frigorífica*. Retrieved from https://www.academia.edu/11858200/Termodinámica-BALANCE_TERMICO?auto=download
- Diego, J. P. . (2015). UC3M. Retrieved March 18, 2015, from http://ocw.uc3m.es/ciencia-e-oin/quimica-de-los-materiales/Material-de-clase/tema-5.-cinetica-quimica-termodinamica-y-equilibrio-ii/skinless_view
- FAO. (n.d.). Capítulo 3. Almacenamiento.
- FAO. (1996). *Manual de practicas de manejo postcosecha de los productos hortofrutícolas a pequeña escala*. Retrieved from <http://www.fao.org/Wairdocs/X5403S/x5403s00.htm#Contents>
- FAO. (2016). Manual para la preparacion y venta de frutas y hortalizas. Retrieved March 18, 2016, from <http://www.fao.org/docrep/006/y4893s/y4893s06.htm#TopOfPage>
- Industrias JQ. (2016). Datos técnicos. Retrieved May 9, 2017, from <http://www.jq.com.ar/Imagenes/Productos/Polipropileno/PoliProp/dtecnicos.htm>
- Isotermia. (2015). Camaras frigorificas. Retrieved from <http://www.camarasfrigorificas.es/la-camara-frigorifica/>.
- Navarro, H. (2013). Logística de la cadena de frio. Proexport. Retrieved from http://www.colombiatrade.com.co/sites/default/files/conferencia_logistica_en_la_cadena_de_frio_proexport_2013.pdf
- Orrego Alzate, C. E. (2001). *Calor de respiracion de frutas y vegetales*. Manizales. Retrieved from <http://www.bdigital.unal.edu.co/8235/1/carloseduardoorregozalate.2001.pdf>
- Orrego Alzate, C. E. (2003). *Procesamiento de alimentos*. Manizales. Retrieved from

<http://www.bdigital.unal.edu.co/9053/1/958932280.pdf>

SENASA. (2015). Camaras frigoríficas. Buenos aires: SENASA.

Solano, M. A. Q. (2012). DISEÑO DE CAMARAS FRIGORIFICAS. Universidad nacional del centro de Perú.

Sutton Bridge Experiment Station. (n.d.). Potato Marketing Board. *Control of Environment*.

Thompson, J.F and Scheuerman, R. . (1993). Curing and Storing California Sweetpotatoes. California: Cooperative Extension.

Valencia, U. pontificia de. (n.d.). Tecnología frigorífica. Valencia. Retrieved from <http://www.upv.es/entidades/DTRA/infoweb/dtra/info/U0639388.pdf>

climate-data.org. (n.d.). CLIMA:MARINILLA. Retrieved from <https://es.climate-data.org/location/987304/>

Colprensa. (2013). Colombia tiene mas de 40mil hectáreas de produccion orgánica. *El País*. Retrieved from <http://www.elpais.com.co/elpais/colombia/noticias/colombia-tiene-40-mil-hectareas-produccion-organica%7C>

Cuevas, E., Perez, J., Simon, O., & Velasquez, J. (n.d.). *Diseño de una cámara frígofica para la conservación de productos perecederon*. Escuela Superior de ingeniería mecánica y eléctrica.

Departamento de Agricultura FAO. (2016). Depósito de documentos de la FAO. Retrieved March 18, 2016, from <http://www.fao.org/docrep/006/y4893s/y4893s06.htm>

Department of Horticulture. (n.d.). Postharvest Technology. Suwon, Korea: Seoul National University.

Devesa Devesa, M., & Sellés Benlloch, V. (n.d.). *Balance térmico de una instalación frigorífica*. Retrieved from https://www.academia.edu/11858200/Termodinámica-BALANCE_TERMICO?auto=download

Diego, J. P. . (2015). UC3M. Retrieved March 18, 2015, from http://ocw.uc3m.es/ciencia-e-oin/quimica-de-los-materiales/Material-de-clase/tema-5.-cinetica-quimica-termodinamica-y-equilibrio-ii/skinless_view

FAO. (n.d.). Capítulo 3. Almacenamiento.

FAO. (1996). *Manual de practicas de manejo postcosecha de los productos hortofrutícolas a pequeña escala*. Retrieved from <http://www.fao.org/Wairdocs/X5403S/x5403s00.htm#Contents>

FAO. (2016). Manual para la preparacion y venta de frutas y hortalizas. Retrieved March 18, 2016, from <http://www.fao.org/docrep/006/y4893s/y4893s06.htm#TopOfPage>

Industrias JQ. (2016). Datos técnicos. Retrieved May 9, 2017, from <http://www.jq.com.ar/Imagenes/Productos/Polipropileno/PoliProp/dtecnicos.htm>

Isotermia. (2015). Camaras frigorificas. Retrieved from

<http://www.camarasfrigorificas.es/la-camara-frigorifica/>.

Navarro, H. (2013). Logística de la cadena de frío. Proexport. Retrieved from http://www.colombiatrade.com.co/sites/default/files/conferencia_logistica_en_la_cadena_de_frio_proexport_2013.pdf

Orrego Alzate, C. E. (2001). *Calor de respiración de frutas y vegetales*. Manizales. Retrieved from <http://www.bdigital.unal.edu.co/8235/1/carloseduardoorregoalzate.2001.pdf>

Orrego Alzate, C. E. (2003). *Procesamiento de alimentos*. Manizales. Retrieved from <http://www.bdigital.unal.edu.co/9053/1/958932280.pdf>

SENASA. (2015). Camaras frigoríficas. Buenos aires: SENASA.

Solano, M. A. Q. (2012). DISEÑO DE CAMARAS FRIGORIFICAS. Universidad nacional del centro de Perú.

Sutton Bridge Experiment Station. (n.d.). Potato Marketing Board. *Control of Environment*.

Thompson, J.F and Scheuerman, R. . (1993). Curing and Storing California Sweetpotatoes. California: Cooperative Extension.

Valencia, U. pontificia de. (n.d.). Tecnología frigorífica. Valencia. Retrieved from <http://www.upv.es/entidades/DTRA/infoweb/dtra/info/U0639388.pdf>

ANEXO 1

RESOLUCIÓN 2674 DE 2013

CAPÍTULO I

Edificación e Instalaciones

Artículo 6°. Condiciones generales. Los establecimientos destinados a la fabricación, procesamiento, preparación, envase, almacenamiento, distribución, comercialización y expendio de alimentos deberán cumplir las condiciones generales que se establecen a continuación:

1. LOCALIZACIÓN Y ACCESOS

1.1. Estarán ubicados en lugares aislados de cualquier foco de insalubridad que represente riesgos potenciales para la contaminación del alimento.

1.2. Su funcionamiento no debe poner en riesgo la salud y el bienestar de la comunidad.

1.3. Sus accesos y alrededores se mantendrán limpios, libres de acumulación de basuras y deberán tener superficies pavimentadas o recubiertas con materiales que faciliten el mantenimiento sanitario e impidan la generación de polvo, el estancamiento de aguas o la presencia de otras fuentes de contaminación para el alimento.

2. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

2.1. La edificación debe estar diseñada y construida de manera que proteja los ambientes de producción e impida la entrada de polvo, lluvia, suciedades u otros contaminantes, así como del ingreso y refugio de plagas y animales domésticos.

2.2. La edificación debe poseer una adecuada separación física de aquellas áreas donde se realizan operaciones de producción susceptibles de ser contaminadas por otras operaciones o medios de contaminación presentes en las áreas adyacentes.

2.3. Los diversos ambientes de la edificación deben tener el tamaño adecuado para la instalación, operación y mantenimiento de los equipos, así como para la circulación del personal y el traslado de materiales o productos. Estos ambientes deben estar ubicados según la secuencia lógica del proceso, desde la recepción de los insumos hasta el despacho del producto terminado, de tal manera que se eviten retrasos indebidos y la contaminación cruzada. De ser requerido, tales ambientes deben dotarse de las condiciones de temperatura, humedad u otras necesarias para la ejecución higiénica de las operaciones de producción y/o para la conservación del alimento.

2.4. La edificación y sus instalaciones deben estar construidas de manera que se faciliten las operaciones de limpieza, desinfección y control de plagas según lo establecido en el plan de saneamiento del establecimiento.

2.5. El tamaño de los almacenes o depósitos debe estar en proporción a los volúmenes de insumos y de productos terminados manejados por el establecimiento, disponiendo además de espacios libres para la circulación del personal, el traslado de materiales o productos y para realizar la limpieza y el mantenimiento de las áreas respectivas.

2.6. Sus áreas deben ser independientes y separadas físicamente de cualquier tipo de vivienda y no pueden ser utilizadas como dormitorio.

2.7. No se permite la presencia de animales en los establecimientos objeto de la presente resolución, específicamente en las áreas destinadas a la fabricación, procesamiento, preparación, envase, almacenamiento y expendio.

2.8. En los establecimientos que lo requieran, especialmente las fábricas, procesadoras y envasadoras de alimentos, se debe contar con un área adecuada para el consumo de alimentos y descanso del personal que labora en el establecimiento.

2.9. En los establecimientos contemplados en el presente título, no se permite el almacenamiento de elementos, productos químicos o peligrosos ajenos a las actividades propias realizadas en este.

6. INSTALACIONES SANITARIAS

6.1. Deben disponer de instalaciones sanitarias en cantidad suficiente tales como servicios sanitarios y vestidores, independientes para hombres y mujeres, separados de las áreas de elaboración. Para el caso de microempresas que tienen un reducido número de operarios (no más de 6 operarios), se podrá disponer de un baño para el servicio de hombres y mujeres.

6.2. Los servicios sanitarios deben mantenerse limpios y proveerse de los recursos requeridos para la higiene personal, tales como pero sin limitarse a: papel higiénico, dispensador de jabón, desinfectante, implementos desechables o equipos automáticos para el secado de las manos y papeleras de accionamiento indirecto o no manual.

6.3. Se deben instalar lavamanos con grifos de accionamiento no manual dotados con dispensador de jabón desinfectante, implementos desechables o equipos automáticos para el secado de manos, en las áreas de elaboración o próximos a estas para la higiene del personal que participe en la manipulación de los alimentos y para facilitar la supervisión de estas prácticas. Estas áreas deben ser de uso exclusivo para este propósito.

6.4. En las proximidades de los lavamanos se deben colocar avisos o advertencias al personal sobre la necesidad de lavarse las manos luego de usar los servicios sanitarios, después de cualquier cambio de actividad y antes de iniciar las labores de producción.

6.5. Cuando se requiera, las áreas de elaboración deben disponer de sistemas adecuados para la limpieza y desinfección de equipos y utensilios de trabajo. Estos sistemas deben construirse con materiales resistentes al uso y corrosión, de fácil limpieza y provistos con suficiente agua fría y/o caliente a temperatura no inferior a 80°C.

Artículo 7°. Condiciones específicas de las áreas de elaboración. Las áreas de elaboración de los productos objeto de la presente resolución deben cumplir con los siguientes requisitos de diseño y construcción:

1. PISOS Y DRENAJES

1.1. Los pisos deben estar contruidos con materiales que no generen sustancias o contaminantes tóxicos, resistentes, no porosos, impermeables, no absorbentes, no deslizantes y con acabados libres de grietas o defectos que dificulten la limpieza, desinfección y mantenimiento sanitario.

1.2. El piso de las áreas húmedas de elaboración debe tener una pendiente mínima de 2% y al menos un drenaje de 10 cm de diámetro por cada 40 m² de

área servida; mientras que en las áreas de baja humedad ambiental y en los almacenes, la pendiente mínima será del 1% hacia los drenajes, se requiere de al menos un drenaje por cada 90 m² de área servida. Los pisos de las cavas o cuartos fríos de refrigeración o congelación deben tener pendiente hacia drenajes ubicados preferiblemente en su parte exterior.

1.3. Cuando el drenaje de las cavas o cuartos fríos de refrigeración o congelación se encuentren en el interior de los mismos, se debe disponer de un mecanismo que garantice el sellamiento total del drenaje, el cual puede ser removido para propósitos de limpieza y desinfección.

1.4. El sistema de tuberías y drenajes para la conducción y recolección de las aguas residuales, debe tener la capacidad y la pendiente requeridas para permitir una salida rápida y efectiva de los volúmenes máximos generados por el establecimiento. Los drenajes de piso deben tener la debida protección con rejillas y si se requieren trampas adecuadas para grasas y/o sólidos, deben estar diseñadas de forma que permitan su limpieza.

2. PAREDES

2.1. En las áreas de elaboración y envasado, las paredes deben ser de materiales resistentes, colores claros, impermeables, no absorbentes y de fácil limpieza y desinfección. Además, según el tipo de proceso hasta una altura adecuada, las mismas deben poseer acabado liso y sin grietas, pueden recubrirse con pinturas plásticas de colores claros que reúnan los requisitos antes indicados.

2.2. Las uniones entre las paredes y entre estas y los pisos, deben estar selladas y tener forma redondeada para impedir la acumulación de suciedad y facilitar la limpieza y desinfección.

3. TECHOS

3.1. Los techos deben estar diseñados y contruidos de manera que se evite la acumulación de suciedad, la condensación, la formación de hongos y levaduras, el desprendimiento superficial y además facilitar la limpieza y el mantenimiento.

3.2. En lo posible, no se debe permitir el uso de techos falsos o dobles techos, a menos que se construyan con materiales impermeables, resistentes, lisos, de fácil limpieza y con accesibilidad a la cámara superior para realizar la limpieza, desinfección y desinfestación.

3.3. En el caso de los falsos techos, las láminas utilizadas, deben fijarse de tal manera que se evite su fácil remoción por acción de corrientes de aire u otro factor externo ajeno a las labores de limpieza, desinfección y desinfestación.

4. VENTANAS Y OTRAS ABERTURAS

4.1. Las ventanas y otras aberturas en las paredes deben construirse de manera tal que se evite la entrada y acumulación de polvo, suciedades, al igual que el ingreso de plagas y facilitar la limpieza y desinfección.

4.2. Las ventanas que se comuniquen con el ambiente exterior, deben estar diseñadas de tal manera que se evite el ingreso de plagas y otros contaminantes, y estar provistas con malla antiinsecto de fácil limpieza y buena conservación que sean resistentes a la limpieza y la manipulación. Los vidrios de las ventanas ubicadas en áreas de proceso deben tener protección para evitar contaminación en caso de ruptura.

5. PUERTAS

5.1. Las puertas deben tener superficie lisa, no absorbente, deben ser resistentes y de suficiente amplitud; donde se precise, tendrán dispositivos de cierre automático y ajuste hermético. Las aberturas entre las puertas exteriores y los pisos, y entre estas y las paredes deben ser de tal manera que se evite el ingreso de plagas.

5.2. No deben existir puertas de acceso directo desde el exterior a las áreas de elaboración; cuando sea necesario debe utilizarse una puerta de doble servicio. Todas las puertas de las áreas de elaboración deben ser, en lo posible, autocerrables para mantener las condiciones atmosféricas diferenciales deseadas.

6. ESCALERAS, ELEVADORES Y ESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS (RAMPAS, PLATAFORMAS)

6.1. Estas deben ubicarse y construirse de manera que no causen contaminación al alimento o dificulten el flujo regular del proceso y la limpieza de la planta.

6.2. Las estructuras elevadas y los accesorios deben aislarse en donde sea requerido, estar diseñadas y con un acabado para prevenir la acumulación de suciedad, minimizar la condensación, el desarrollo de hongos y el desprendimiento superficial.

6.3. Las instalaciones eléctricas, mecánicas y de prevención de incendios deben estar diseñadas y con un acabado de manera que impidan la acumulación de suciedades y el albergue de plagas.

7. ILUMINACIÓN

7.1. Los establecimientos a que hace referencia el artículo 2° de la presente resolución tendrán una adecuada y suficiente iluminación natural o artificial, la cual se obtendrá por medio de ventanas, claraboyas, y lámparas convenientemente distribuidas.

7.2. La iluminación debe ser de la calidad e intensidad adecuada para la ejecución higiénica y efectiva de todas las actividades.

7.3. Las lámparas, accesorios y otros medios de iluminación del establecimiento deben ser del tipo de seguridad y estar protegidos para evitar la contaminación en caso de ruptura y, en general, contar con una iluminación uniforme que no altere los colores naturales.

8. VENTILACIÓN

8.1. Las áreas de elaboración poseerán sistemas de ventilación directa o indirecta, los cuales no deben crear condiciones que contribuyan a la contaminación de estas o a la incomodidad del personal. La ventilación debe ser adecuada para prevenir la condensación del vapor, polvo y facilitar la remoción del calor. Las aberturas para circulación del aire estarán protegidas con mallas antiinsectos de material no corrosivo y serán fácilmente removibles para su limpieza y reparación.

8.2. Los sistemas de ventilación deben filtrar el aire y proyectarse y construirse de manera que el aire no fluya nunca de zonas contaminadas a zonas limpias, y de forma que se les realice limpieza y mantenimiento periódico.

CAPÍTULO II

Equipos y utensilios

Artículo 8°. Condiciones generales. Los equipos y utensilios utilizados en el procesamiento, fabricación, preparación, envasado y expendio de alimentos dependen del tipo del alimento, materia prima o insumo, de la tecnología a emplear y de la máxima capacidad de producción prevista. Todos ellos deben estar diseñados, contruidos, instalados y mantenidos de manera que se evite la contaminación del alimento, facilite la limpieza y desinfección de sus superficies y permitan desempeñar adecuadamente el uso previsto.

Artículo 9°. Condiciones específicas. Los equipos y utensilios utilizados deben cumplir con las siguientes condiciones específicas:

1. Los equipos y utensilios empleados en el manejo de alimentos deben estar fabricados con materiales resistentes al uso y a la corrosión, así como a la utilización frecuente de los agentes de limpieza y desinfección.
2. Todas las superficies de contacto con el alimento deben cumplir con las resoluciones [683](#), [4142](#) y [4143](#) de 2012 o las normas que las modifiquen, adicionen o sustituyan.
3. Todas las superficies de contacto directo con el alimento deben poseer un acabado liso, no poroso, no absorbente y estar libres de defectos, grietas, intersticios u otras irregularidades que puedan atrapar partículas de alimentos o microorganismos que afectan la inocuidad de los alimentos. Podrán emplearse otras superficies cuando exista una justificación tecnológica y sanitaria específica, cumpliendo con la reglamentación expedida por el Ministerio de Salud y Protección Social.
4. Todas las superficies de contacto con el alimento deben ser fácilmente accesibles o desmontables para la limpieza, desinfección e inspección.
5. Los ángulos internos de las superficies de contacto con el alimento deben poseer una curvatura continua y suave, de manera que puedan limpiarse con facilidad.
6. En los espacios interiores en contacto con el alimento, los equipos no deben poseer piezas o accesorios que requieran lubricación ni roscas de acoplamiento u otras conexiones peligrosas.
7. Las superficies de contacto directo con el alimento no deben recubrirse con pinturas u otro tipo de material desprendible que represente un riesgo para la inocuidad del alimento.
8. En lo posible los equipos deben estar diseñados y contruidos de manera que se evite el contacto del alimento con el ambiente que lo rodea.
9. Las superficies exteriores de los equipos deben estar diseñadas y contruidas de manera que faciliten su limpieza y desinfección y eviten la acumulación de suciedades, microorganismos, plagas u otros agentes contaminantes del alimento.

10. Las mesas y mesones empleados en el manejo de alimentos deben tener superficies lisas, con bordes sin aristas y estar construidas con materiales resistentes, impermeables y de fácil limpieza y desinfección.

11. Los recipientes usados para materiales no comestibles y desechos, deben ser a prueba de fugas, debidamente identificados, contruidos de material impermeable, de fácil limpieza y desinfección y, de ser requerido, provistos de tapa hermética. Los mismos no pueden utilizarse para contener productos comestibles.

12. Las tuberías empleadas para la conducción de alimentos deben ser de materiales resistentes, inertes, no porosos, impermeables y fácilmente desmontables para su limpieza y desinfección. Las tuberías fijas se limpiarán y desinfectarán mediante la recirculación de las sustancias previstas para este fin.

Artículo 10. Condiciones de instalación y funcionamiento. Los equipos y utensilios requerirán de las siguientes condiciones de instalación y funcionamiento:

1. Los equipos deben estar instalados y ubicados según la secuencia lógica del proceso tecnológico, desde la recepción de las materias primas y demás ingredientes, hasta el envasado y embalaje del producto terminado.

2. La distancia entre los equipos y las paredes perimetrales, columnas u otros elementos de la edificación, debe ser tal que les permita funcionar adecuadamente y facilite el acceso para la inspección, mantenimiento, limpieza y desinfección.

3. Los equipos que se utilicen en operaciones críticas para lograr la inocuidad del alimento, deben estar dotados de los instrumentos y accesorios requeridos para la medición y registro de las variables del proceso. Así mismo, deben poseer dispositivos para permitir la toma de muestras del alimento y materias primas.

4. Las tuberías elevadas no deben instalarse directamente por encima de las líneas de elaboración, salvo en los casos tecnológicamente justificados y en donde no exista peligro de contaminación del alimento.

5. Los equipos utilizados en la fabricación de alimentos podrán ser lubricados con sustancias permitidas y empleadas racionalmente, de tal forma que se evite la contaminación del alimento.

CAPÍTULO III

Personal manipulador de alimentos

Artículo 11. Estado de salud. El personal manipulador de alimentos debe cumplir con los siguientes requisitos:

1. Contar con una certificación médica en la cual conste la aptitud o no para la manipulación de alimentos. La empresa debe tomar las medidas correspondientes para que al personal manipulador de alimentos se le practique un reconocimiento médico, por lo menos una vez al año.
2. Debe efectuarse un reconocimiento médico cada vez que se considere necesario por razones clínicas y epidemiológicas, especialmente después de una ausencia del trabajo motivada por una infección que pudiera dejar secuelas capaces de provocar contaminación de los alimentos que se manipulen. Dependiendo de la valoración efectuada por el médico, se deben realizar las pruebas de laboratorio clínico u otras que resulten necesarias, registrando las medidas correctivas y preventivas tomadas con el fin de mitigar la posible contaminación del alimento que pueda generarse por el estado de salud del personal manipulador.
3. En todos los casos, como resultado de la valoración médica se debe expedir un certificado en el cual conste la aptitud o no para la manipulación de alimentos.
4. La empresa debe garantizar el cumplimiento y seguimiento a los tratamientos ordenados por el médico. Una vez finalizado el tratamiento, el médico debe expedir un certificado en el cual conste la aptitud o no para la manipulación de alimentos.
5. La empresa es responsable de tomar las medidas necesarias para que no se permita contaminar los alimentos directa o indirectamente por una persona que se sepa o sospeche que padezca de una enfermedad susceptible de transmitirse por los alimentos, o que sea portadora de una enfermedad semejante, o que presente heridas infectadas, irritaciones cutáneas infectadas o diarrea. Todo manipulador de alimentos que represente un riesgo de este tipo debe comunicarlo a la empresa.

Artículo 12. Educación y capacitación. Todas las personas que realizan actividades de manipulación de alimentos deben tener formación en educación sanitaria, principios básicos de Buenas Prácticas de Manufactura y prácticas higiénicas en manipulación de alimentos. Igualmente, deben estar capacitados para llevar a cabo las tareas que se les asignen o desempeñen, con el fin de que se encuentren en capacidad de adoptar las precauciones y medidas preventivas necesarias para evitar la contaminación o deterioro de los alimentos.

Las empresas deben tener un plan de capacitación continuo y permanente para el personal manipulador de alimentos desde el momento de su contratación y luego ser reforzado mediante charlas, cursos u otros medios efectivos de actualización. Dicho plan debe ser de por lo menos 10 horas anuales, sobre asuntos específicos de que trata la presente resolución. Esta capacitación estará bajo la responsabilidad de la empresa y podrá ser efectuada por esta, por personas naturales o jurídicas contratadas y por las autoridades sanitarias. Cuando el plan de capacitación se realice a través de personas naturales o jurídicas diferentes a la empresa, estas deben demostrar su idoneidad técnica y científica y su formación y experiencia específica en las áreas de higiene de los alimentos, Buenas Prácticas de Manufactura y sistemas preventivos de aseguramiento de la inocuidad.

Artículo 13. Plan de capacitación. El plan de capacitación debe contener, al menos, los siguientes aspectos: Metodología, duración, docentes, cronograma y temas específicos a impartir. El enfoque, contenido y alcance de la capacitación impartida debe ser acorde con la empresa, el proceso tecnológico y tipo de establecimiento de que se trate. En todo caso, la empresa debe demostrar a través del desempeño de los operarios y la condición sanitaria del establecimiento la efectividad e impacto de la capacitación impartida.

Parágrafo 1°. Para reforzar el cumplimiento de las prácticas higiénicas, se colocarán en sitios estratégicos avisos alusivos a la obligatoriedad y necesidad de su observancia durante la manipulación de alimentos.

Parágrafo 2°. El manipulador de alimentos debe ser entrenado para comprender y manejar el control de los puntos del proceso que están bajo su responsabilidad y la importancia de su vigilancia o monitoreo; además, debe conocer los límites del punto del proceso y las acciones correctivas a tomar cuando existan desviaciones en dichos límites.

Artículo 14. Prácticas higiénicas y medidas de protección. Todo manipulador de alimentos debe adoptar las prácticas higiénicas y medidas de protección que a continuación se establecen:

1. Mantener una estricta limpieza e higiene personal y aplicar buenas prácticas higiénicas en sus labores, de manera que se evite la contaminación del alimento y de las superficies de contacto con este.
2. Usar vestimenta de trabajo que cumpla los siguientes requisitos: De color claro que permita visualizar fácilmente su limpieza; con cierres o cremalleras y/o broches en lugar de botones u otros accesorios que puedan caer en el alimento; sin bolsillos ubicados por encima de la cintura; cuando se utiliza delantal, este

debe permanecer atado al cuerpo en forma segura para evitar la contaminación del alimento y accidentes de trabajo. La empresa será responsable de una dotación de vestimenta de trabajo en número suficiente para el personal manipulador, con el propósito de facilitar el cambio de indumentaria el cual será consistente con el tipo de trabajo que desarrolla. En ningún caso se podrán aceptar colores grises o aquellos que impidan evidenciar su limpieza, en la dotación de los manipuladores de alimentos.

3. El manipulador de alimentos no podrá salir e ingresar al establecimiento con la vestimenta de trabajo.

4. Lavarse las manos con agua y jabón desinfectante, antes de comenzar su trabajo, cada vez que salga y regrese al área asignada y después de manipular cualquier material u objeto que pudiese representar un riesgo de contaminación para el alimento. Será obligatorio realizar la desinfección de las manos cuando los riesgos asociados con la etapa del proceso así lo justifiquen.

5. Mantener el cabello recogido y cubierto totalmente mediante malla, gorro u otro medio efectivo y en caso de llevar barba, bigote o patillas se debe usar cubiertas para estas. No se permite el uso de maquillaje.

6. Dependiendo del riesgo de contaminación asociado con el proceso o preparación, será obligatorio el uso de tapabocas desechables cubriendo nariz y boca mientras se manipula el alimento. Es necesario evaluar sobre todo el riesgo asociado a un alimento de mayor y riesgo medio en salud pública en las etapas finales de elaboración o manipulación del mismo, cuando este se encuentra listo para el consumo y puede estar expuesto a posible contaminación.

7. Mantener las uñas cortas, limpias y sin esmalte.

8. No se permite utilizar reloj, anillos, aretes, joyas u otros accesorios mientras el personal realice sus labores. En caso de usar lentes, deben asegurarse a la cabeza mediante bandas, cadenas u otros medios ajustables.

9. Usar calzado cerrado, de material resistente e impermeable y de tacón bajo.

10. De ser necesario el uso de guantes, estos deben mantenerse limpios, sin roturas o desperfectos y ser tratados con el mismo cuidado higiénico de las manos sin protección. El material de los guantes, debe ser apropiado para la operación realizada y debe evitarse la acumulación de humedad y contaminación en su interior para prevenir posibles afecciones cutáneas de los operarios. El uso de guantes no exime al operario de la obligación de lavarse las manos, según lo contempla el numeral 4 del presente artículo.

11. No está permitido comer, beber o masticar cualquier objeto o producto, como tampoco fumar o escupir en las áreas donde se manipulen alimentos.
12. El personal que presente afecciones de la piel o enfermedad infectocontagiosa debe ser excluido de toda actividad directa de manipulación de alimentos.
13. Los manipuladores no deben sentarse, acostarse, inclinarse o similares en el pasto, andenes o lugares donde la ropa de trabajo pueda contaminarse.
14. Los visitantes a los establecimientos o plantas deben cumplir estrictamente todas las prácticas de higiene establecidas en esta resolución y portar la vestimenta y dotación adecuada, la cual debe ser suministrada por la empresa.

CAPÍTULO IV

Requisitos higiénicos de fabricación

Artículo 15. Condiciones generales. Todas las materias primas e insumos para la fabricación, así como las actividades de fabricación, preparación, procesamiento, envasado y almacenamiento deben cumplir con los requisitos descritos en este capítulo para garantizar la inocuidad del alimento.

Artículo 16. Materias primas e insumos. Las materias primas e insumos para las actividades de fabricación, preparación, procesamiento, envase y almacenamiento de alimentos deben cumplir con los siguientes requisitos:

1. La recepción de materias primas debe realizarse en condiciones que eviten su contaminación, alteración y daños físicos y deben estar debidamente identificadas de conformidad con la Resolución 5109 de 2005 o las normas que la modifiquen, adicionen o sustituyan, y para el caso de los insumos, deben cumplir con las resoluciones 1506 de 2011 y/o la [683](#) de 2012, según corresponda, o las normas que las modifiquen, adicionen o sustituyan.
2. Toda materia prima debe poseer una ficha técnica la cual debe estar a disposición de la autoridad sanitaria competente cuando esta lo requiera.
3. Las materias primas e insumos deben ser inspeccionados previo al uso, clasificados y sometidos a análisis de laboratorio cuando así se requiera, para determinar si cumplen con las especificaciones de calidad establecidas al efecto. Es responsabilidad de la persona natural o jurídica propietaria del establecimiento, garantizar la calidad e inocuidad de las materias primas e insumos.

4. Las materias primas se someterán a la limpieza con agua potable u otro medio adecuado de ser requerido y, si le aplica, a la descontaminación previa a su incorporación en las etapas sucesivas del proceso.

5. Las materias primas conservadas por congelación que requieren ser descongeladas previo al uso, deben descongelarse a una velocidad controlada para evitar el desarrollo de microorganismos y no podrán ser recongeladas. Además, se manipularán de manera que se minimice la contaminación proveniente de otras fuentes.

6. Las materias primas e insumos que requieran ser almacenadas antes de entrar a las etapas de proceso, deben almacenarse en sitios adecuados que eviten su contaminación y alteración.

7. Los depósitos de materias primas y productos terminados ocuparán espacios independientes, salvo en aquellos casos en que a juicio de la autoridad sanitaria competente no se presenten peligros de contaminación para los alimentos.

8. Las zonas donde se reciban o almacenen materias primas estarán separadas de las que se destinan a elaboración o envasado del producto final. La autoridad sanitaria competente podrá eximir del cumplimiento de este requisito a los establecimientos en los cuales no exista peligro de contaminación para los alimentos.

Artículo 17. Envases y embalajes. Los envases y embalajes utilizados para manipular las materias primas o los productos terminados deben reunir los siguientes requisitos:

1. Los envases y embalajes deben estar fabricados con materiales tales que garanticen la inocuidad del alimento, de acuerdo a lo establecido en la reglamentación expedida por el Ministerio de Salud y Protección Social especialmente las resoluciones [683](#), [4142](#) y [4143](#) de 2012; 834 y 835 de 2013 o las normas que las modifiquen, adicionen o sustituyan al respecto.

2. El material del envase y embalaje debe ser adecuado y conferir una protección apropiada contra la contaminación.

3. No deben haber sido utilizados previamente para fines diferentes que puedan ocasionar la contaminación del alimento a contener.

4. Los envases y embalajes que estén en contacto directo con el alimento antes de su envase, aunque sea en forma temporal, deben permanecer en buen estado,

limpios y, de acuerdo con el riesgo en salud pública, deben estar debidamente desinfectados.

5. Los envases y embalajes deben almacenarse en un sitio exclusivo para este fin en condiciones de limpieza y debidamente protegidos.

Artículo 19. Envasado y embalado. Las operaciones de envasado y embalado de los alimentos o materias primas deben cumplir con los siguientes requisitos:

1. El envasado y embalado debe hacerse en condiciones que impidan la contaminación del alimento o materias primas y debe realizarse en un área exclusiva para este fin.
2. Identificación de lotes. Cada envase y embalaje debe llevar marcado o grabado la identificación de la fábrica productora y el lote de fabricación, la cual se debe hacer en clave o en lenguaje claro, de forma visible, legible e indeleble (Números, alfanumérico, ranuras, barras, perforaciones, fecha de producción, fecha de fabricación, fecha de vencimiento), teniendo en cuenta lo establecido en la resolución 5109 de 2005 o la norma que la modifique, adicione o sustituya. A partir del lote, fecha de vencimiento o fabricación se debe garantizar la trazabilidad hacia adelante y hacia atrás de los productos elaborados así como de las materias primas utilizadas en su fabricación. No se aceptará el uso de adhesivos para declarar esta información.
3. Registros de elaboración, procesamiento y producción. De cada lote debe llevarse un registro, legible y con fecha de los detalles pertinentes de elaboración, procesamiento y producción. Estos registros se conservarán durante un período que exceda el de la vida útil del producto, salvo en caso de necesidad específica, no se conservarán más de dos años.
4. Todo producto al momento de salir de una planta de proceso, independiente de su destino debe encontrarse debidamente rotulado, de conformidad con lo establecido en la reglamentación sanitaria vigente.

Artículo 20. Prevención de la contaminación cruzada. Con el propósito de prevenir la contaminación cruzada, se deben cumplir los siguientes requisitos:

1. Durante las operaciones de fabricación, procesamiento, envasado y almacenamiento se tomarán medidas eficaces para evitar la contaminación de los alimentos por contacto directo o indirecto con materias primas que se encuentren en las fases iniciales del proceso.

2. Hasta que no se cambien de indumentaria y adopten las debidas precauciones higiénicas y medidas de protección, las personas que manipulen materias primas o productos semielaborados susceptibles de contaminar el producto final no deben entrar en contacto con el producto terminado.
3. Cuando exista el riesgo de contaminación en las diversas fases del proceso de fabricación, el personal manipulador debe lavarse las manos entre una y otra operación en el proceso de elaboración.
4. Las operaciones de fabricación deben realizarse en forma secuencial y continua para evitar el cruce de flujos de producción.
5. Todo equipo y utensilio que haya entrado en contacto con materias primas o con material contaminado debe limpiarse y desinfectarse cuidadosamente antes de ser nuevamente utilizado.
6. Cuando sea requerido, se deben implementar filtros sanitarios (lava botas, pediluvios o instalaciones para limpieza y desinfección de calzado, lava manos de accionamiento no manual y toallas desechables o secador de manos, aspiradoras de polvo y contaminación, etc.), debidamente dotados y provistos de sustancias desinfectantes en cantidad suficiente para impedir el paso de contaminación de unas zonas a otras. En cualquier caso, se debe garantizar la limpieza y desinfección de manos de los operarios al ingreso de la sala de proceso o de manipulación de los productos.

CAPÍTULO V

Aseguramiento y control de la calidad e inocuidad

Artículo 21. Control de la calidad e inocuidad. Todas las operaciones de fabricación, procesamiento, envase, embalado, almacenamiento, distribución, comercialización y expendio de los alimentos deben estar sujetas a los controles de calidad e inocuidad apropiados. Los procedimientos de control de calidad e inocuidad deben prevenir los defectos evitables y reducir los defectos naturales o inevitables a niveles tales que no representen riesgo para la salud. Estos controles variarán según el tipo de alimento y las necesidades del establecimiento y deben rechazar todo alimento que represente riesgo para la salud del consumidor.

Artículo 22. Sistema de control. Todas las fábricas de alimentos deben contar con un sistema de control y aseguramiento de calidad, el cual debe ser esencialmente preventivo y cubrir todas las etapas de procesamiento del alimento, desde la obtención de materias primas e insumos, hasta la distribución de

productos terminados, el cual debe contar como mínimo, con los siguientes aspectos:

1. Especificaciones sobre las materias primas y productos terminados. Las especificaciones definen completamente la calidad de todos los productos y de todas las materias primas con los cuales son elaborados y deben incluir criterios claros para su aceptación, liberación, retención o rechazo.
2. Documentación sobre planta, equipos y proceso. Se debe disponer de manuales e instrucciones, guías y regulaciones donde se describen los detalles esenciales de equipos, procesos y procedimientos requeridos para fabricar o procesar productos. Estos documentos deben cubrir todos los factores que puedan afectar la calidad, manejo de los alimentos, del equipo de procesamiento, el control de calidad, almacenamiento, distribución, métodos y procedimientos de laboratorio.
3. Los planes de muestreo, los procedimientos de laboratorio, especificaciones y métodos de ensayo deben garantizar que los resultados sean confiables y representativos del lote analizado.
4. El control y el aseguramiento de la calidad no se limita a las operaciones de laboratorio sino que debe estar presente en todas las decisiones vinculadas con la calidad del producto.

Parágrafo 1°. El responsable del establecimiento podrá aplicar el sistema de aseguramiento de la inocuidad mediante el Análisis de Peligros y Puntos de Control Crítico (APPCC) o de otro sistema que garantice resultados similares, el cual debe ser sustentado y estar disponible para su verificación por la autoridad sanitaria competente.

Parágrafo 2°. En caso de adoptarse el sistema de aseguramiento de la inocuidad mediante el Análisis de Peligros y Puntos de Control Crítico (APPCC), la empresa deberá implantarlo y aplicarlo de acuerdo con los principios generales del mismo.

Artículo 23. Laboratorios. Todas las fábricas de alimentos que procesen, elaboren o envasen alimentos deben tener acceso a un laboratorio de pruebas y ensayos, propio o externo. Estos laboratorios deberán cumplir con lo dispuesto en la Resolución 16078 de 1985, o la norma que la modifique, adicione o sustituya.

Artículo 24. Obligatoriedad de profesional o personal técnico. Los establecimientos que fabriquen, procesen, elaboren o envasen alimentos de alto riesgo en salud pública, deben contar con los servicios de tiempo completo de personal técnico idóneo en las áreas de producción y control de calidad de

alimentos, quien debe tener a cargo el programa de capacitación del personal manipulador de alimentos.

Parágrafo. Los establecimientos que fabriquen, procesen, elaboren o envasen alimentos de riesgo medio o bajo en salud pública, deben contar con los servicios de personal técnico idóneo en las áreas de producción y control de calidad de alimentos, quien debe tener a cargo el programa de capacitación del personal manipulador de alimentos.

Artículo 25. *Garantía de la confiabilidad de las mediciones.* Toda persona natural o jurídica propietaria del establecimiento de que trata esta resolución deben garantizar la confiabilidad de las mediciones que se realizan para el control de puntos o variables críticas del proceso, para lo cual deben tener implementado un programa de calibración de los equipos e instrumentos de medición, que se encuentren relacionados con la inocuidad del producto procesado.

CAPÍTULO VI

Saneamiento

Artículo 26. *Plan de saneamiento.* Toda persona natural o jurídica propietaria del establecimiento que fabrique, procese, envase, embale, almacene y expendan alimentos y sus materias primas debe implantar y desarrollar un Plan de Saneamiento con objetivos claramente definidos y con los procedimientos requeridos para disminuir los riesgos de contaminación de los alimentos. Este plan debe estar escrito y a disposición de la autoridad sanitaria competente; este debe incluir como mínimo los procedimientos, cronogramas, registros, listas de chequeo y responsables de los siguientes programas:

1. Limpieza y desinfección. Los procedimientos de limpieza y desinfección deben satisfacer las necesidades particulares del proceso y del producto de que se trate. Cada establecimiento debe tener por escrito todos los procedimientos, incluyendo los agentes y sustancias utilizadas, así como las concentraciones o formas de uso, tiempos de contacto y los equipos e implementos requeridos para efectuar las operaciones y periodicidad de limpieza y desinfección.
2. Desechos sólidos. Debe contarse con la infraestructura, elementos, áreas, recursos y procedimientos que garanticen una eficiente labor de recolección, conducción, manejo, almacenamiento interno, clasificación, transporte y disposición final de los desechos sólidos, lo cual tendrá que hacerse observando las normas de higiene y salud ocupacional establecidas con el propósito de evitar la contaminación de los alimentos, áreas, dependencias y equipos, y el deterioro del medio ambiente.

3. Control de plagas. Las plagas deben ser objeto de un programa de control específico, el cual debe involucrar el concepto de control integral, apelando a la aplicación armónica de las diferentes medidas de control conocidas, con especial énfasis en las radicales y de orden preventivo.

4. Abastecimiento o suministro de agua potable. Todos los establecimientos de que trata la presente resolución deben tener documentado el proceso de abastecimiento de agua que incluye claramente: fuente de captación o suministro, tratamientos realizados, manejo, diseño y capacidad del tanque de almacenamiento, distribución; mantenimiento, limpieza y desinfección de redes y tanque de almacenamiento; controles realizados para garantizar el cumplimiento de los requisitos fisicoquímicos y microbiológicos establecidos en la normatividad vigente, así como los registros que soporten el cumplimiento de los mismos.

CAPÍTULO VII

Almacenamiento, distribución, transporte y comercialización de alimentos y materias primas para alimentos

Artículo 27. Condiciones generales. Las operaciones y condiciones de almacenamiento, distribución, transporte y comercialización deben evitar:

- a) La contaminación y alteración;
- b) La proliferación de microorganismos indeseables;
- c) El deterioro o daño del envase o embalaje.

Artículo 28. Almacenamiento. Las operaciones de almacenamiento deben cumplir con las siguientes condiciones:

1. Debe llevarse un control de primeras entradas y primeras salidas con el fin de garantizar la rotación de los productos. Es necesario que la empresa periódicamente dé salida a productos y materiales inútiles, en desuso, obsoletos o fuera de especificaciones para facilitar la limpieza de las instalaciones y eliminar posibles focos de contaminación.
2. El almacenamiento de productos que requieren refrigeración o congelación se realizará teniendo en cuenta las condiciones de temperatura, humedad y circulación del aire que requiera el alimento, materia prima o insumo. Estas instalaciones se mantendrán limpias y en buenas condiciones higiénicas, además, se llevará a cabo un control de temperatura y humedad que asegure la conservación del producto. Los dispositivos de registro de la temperatura y

humedad deben inspeccionarse a intervalos regulares y se debe comprobar su exactitud. La temperatura de congelación debe ser de -18°C o menor.

3. El almacenamiento de los insumos, materias primas y productos terminados se realizará de manera que se minimice su deterioro y se eviten aquellas condiciones que puedan afectar la inocuidad, funcionalidad e integridad de los mismos. Además se deben identificar claramente y llevar registros para conocer su uso, procedencia, calidad y tiempo de vida.

4. El almacenamiento de los insumos, materias primas o productos terminados se realizará ordenadamente en pilas o estibas con separación mínima de 60 centímetros con respecto a las paredes perimetrales, y disponerse sobre palés o tarimas limpias y en buen estado, elevadas del piso por lo menos 15 centímetros de manera que se permita la inspección, limpieza y fumigación, si es el caso.

5. En los sitios o lugares destinados al almacenamiento de materias primas, insumos y productos terminados no podrán realizarse actividades diferentes a estas.

6. El almacenamiento de los alimentos y materias primas devueltos a la empresa o que se encuentren dentro de sus instalaciones con fecha de vencimiento caducada, debe realizarse en un área o depósito exclusivo para tal fin; este lugar debe identificarse claramente, se llevará un libro de registro en el cual se consigne la fecha y la cantidad de producto, las salidas parciales o totales y su destino final. Estos productos en ningún caso pueden destinarse al reproceso para elaboración de alimentos para consumo humano. Estos registros estarán a disposición de la autoridad sanitaria competente.

7. Los plaguicidas, detergentes, desinfectantes y otras sustancias peligrosas que por necesidades de uso se encuentren dentro de la fábrica, deben etiquetarse adecuadamente con un rótulo en que se informe sobre su toxicidad y empleo. Estos productos deben almacenarse en áreas independientes con separación física y su manipulación sólo podrá hacerla el personal idóneo, evitando la contaminación de otros productos. Estas áreas deben estar debidamente identificadas, organizadas, señalizadas y aireadas.

Artículo 29. Transporte. El transporte de alimentos y sus materias primas se realizará cumpliendo con las siguientes condiciones:

1. En condiciones que impidan la contaminación y la proliferación de microorganismos y eviten su alteración así como los daños en el envase o embalaje según sea el caso.

2. Los alimentos y materias primas que por su naturaleza requieran mantenerse refrigerados o congelados deben ser transportados y distribuidos bajo condiciones que aseguren y garanticen el mantenimiento de las condiciones de refrigeración o congelación hasta su destino final, que podrá verificarse mediante plantillas de registro de la temperatura del vehículo durante el transporte del alimento, o al producto durante el cargue y descargue.
3. Los medios de transporte que posean sistema de refrigeración o congelación, deben contar con un adecuado funcionamiento que garantice el mantenimiento de las temperaturas requeridas para la conservación de los alimentos o sus materias primas, contando con indicadores y sistemas de registro.
4. Revisar los medios de transporte antes de cargar los alimentos o materias primas, con el fin de asegurar que se encuentren en adecuadas condiciones sanitarias.
5. Los medios de transporte y los recipientes en los cuales se transportan los alimentos o materias primas, deben estar fabricados con materiales tales que permitan una correcta limpieza y desinfección.
6. Se permite transportar conjuntamente en un mismo vehículo, alimentos con diferente riesgo en salud pública siempre y cuando se encuentren debidamente envasados, protegidos y se evite la contaminación cruzada.
7. Se prohíbe disponer los alimentos directamente sobre el piso de los medios de transporte. Para este fin se utilizarán los recipientes, canastillas, o implementos de material adecuado, de manera que aislen el producto de toda posibilidad de contaminación.
8. Se prohíbe transportar conjuntamente en un mismo vehículo alimentos o materias primas con sustancias peligrosas y otras sustancias que por su naturaleza representen riesgo de contaminación del alimento o la materia prima.
9. Los vehículos transportadores de alimentos deben llevar en su exterior en forma claramente visible la leyenda: Transporte de Alimentos.
10. Los vehículos destinados al transporte de alimentos y materias primas deben cumplir dentro del territorio colombiano con los requisitos sanitarios que garanticen la adecuada protección y conservación de los mismos, para lo cual las autoridades sanitarias realizarán las actividades de inspección, vigilancia y control necesarias para velar por su cumplimiento.

Parágrafo. Las autoridades sanitarias practicarán la inspección en el vehículo y/o medio de transporte y, por acta harán constar las condiciones sanitarias del mismo.

Artículo 30. *Distribución y comercialización.* Durante las actividades de distribución y comercialización de alimentos y materias primas debe garantizarse el mantenimiento de las condiciones sanitarias de estos. Toda persona natural o jurídica que se dedique a la distribución o comercialización de alimentos y materias primas será responsable del mantenimiento de las condiciones sanitarias de los mismos.

Parágrafo 1°. Los alimentos y materias primas que requieran refrigeración durante su distribución, deben mantenerse a temperaturas que aseguren su adecuada conservación hasta el destino final.

Parágrafo 2°. Cuando se trate de alimentos y materias primas que requieren congelación, estos deben conservarse a las temperaturas necesarias de acuerdo a las características del producto.